GS. TS. VŨ THANH KHIẾT
Thạc sĩ PHAN HOÀNG VĂN - NGUYỄN NGỌC KHÁNH

Bài tập nâng cao Vật lí 11

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

GS TS VŨ THANH KHIẾT
Thạc sĩ PHAN HOÀNG VĂN - NGUYỄN NGỌC KHÁNH

Bài tập nâng cao

VẬT LÍ 11

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
16 Hàng Chuối - Hai Bà Trưng - Hà Nội
ĐT: (04) 9724852; (04) 9724770 - Fax: (04) 9714899
Email: nxb@vnu.edu.vn

* * *

Chịu trách nhiệm xuất bản :
Giám đốc: PHÙNG QUỐC BẢO
Tổng biên tập: NGUYỄN BÁ THÀNH
Biên tập: LÊ ĐỨC HOÀNG
Chế bản: HOÀI TRINH
Trình bày bìa: HS ĐỖ DUY NGỌC

BÀI TẬP NÂNG CAO VẬT LÍ 11

Mã số 1L-197 ĐH2007
In 2.000 bản, khổ 16 x 24 cm. Tại Công ty CP In Bến Tre
Số xuất bản: 681-2007/CXB/10-104/ĐHQGHN, ngày 24/8/2007
Quyết định xuất bản số: 443/LKXB
In xong và nộp lưu chiểu quí III năm 2007.

LỜI NÓI ĐẦU

*Quyển sách "**Bài tập nâng cao Vật Lí lớp 11**" là tài liệu tham khảo cần thiết cho những học sinh muốn tìm hiểu kỹ về môn Vật Lí; là tài liệu dùng để ôn tập, chuẩn bị cho các kỳ thi học sinh giỏi, thi Olympic về vật lí.*

*Quyển sách được biên soạn theo chương trình Vật lí lớp 11 (vừa được Bộ Giáo dục - Đào tạo chính thức đưa vào sử dụng đại trà bắt đầu từ năm học 2007 - 2008). Nội dung quyển sách gồm hai phần: **Điện học - Điện từ học** và **Quang hình học**, được trình bày theo các chương của sách giáo khoa vật lí 11. Mỗi chương gồm các phần:*

A. Tóm tắt lí thuyết.

B. Bài tập có lời giải.

C. Bài tập tự giải.

Đề bài trong mỗi chương được sắp xếp theo trình tự kiến thức của sách giáo khoa, từ dễ đến khó, từ đơn giản đến phức tạp. Phần Bài tập có lời giải chỉ trình bày vắn tắt cách giải nhằm gợi ý cho học sinh cách giải quyết và cũng để giúp học sinh tích lũy kinh nghiệm trong việc giải quyết một bài tập vật lí. Phần Bài tập tự giải nhằm giúp học sinh tự lực vận dụng kiến thức và kinh nghiệm đã tích lũy để tự lực làm việc, rèn luyện khả năng tự học.

Mong rằng quyển sách sẽ thật sự là bạn đồng hành của các em học sinh trên bước đường chiếm lĩnh tri thức; là tài liệu tham khảo giúp giáo viên có thêm tài liệu bổ sung dùng để giảng dạy, ra đề kiểm tra hoặc bồi dưỡng cho học sinh chuẩn bị cho các kỳ thi.

Dù đã cố gắng, nhưng quyển sách chắc chắn còn có những thiếu sót nhất định. Mong rằng, trong quá trình sử dụng tài liệu, các độc giả có thể góp ý kiến để những lần tái bản sau được tốt hơn.

Chúc các em thành công trên con đường học tập và thi cử.

Tác giả

PHẦN I

ĐIỆN HỌC - ĐIỆN TỪ HỌC

CHƯƠNG I ĐIỆN TÍCH - ĐIỆN TRƯỜNG

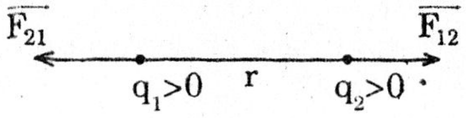
A. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

I. ĐIỆN TÍCH. ĐỊNH LUẬT CU-LÔNG

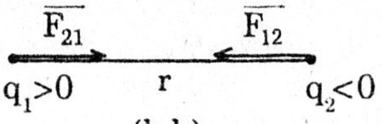
1. Công thức của định luật Cu-lông:

$$\boxed{F = k\frac{|q_1 . q_2|}{\varepsilon . r^2}}$$

- $k = 9.10^9 \left(\frac{N . m^2}{C^2}\right)$
- r: Khoảng cách giữa hai điện tích điểm (m)
- ε: Hằng số điện môi của môi trường. (chân không: $\varepsilon = 1$; không khí $\varepsilon \approx 1$ các môi trường khác $\varepsilon > 1$).
- $|q_1|$, $|q_2|$: Độ lớn của các điện tích điểm (C)
- F: Độ lớn của lực tương tác (N).
  - Nếu hai điện tích cùng dấu, lực này là lực đẩy (h.a)
  - Nếu hai điện tích trái dấu, lực này là lực hút (h.b)


$\overrightarrow{F_{21}}$
$\overrightarrow{F_{12}}$
$q_1>0$
r
$q_2>0$

(h.a)

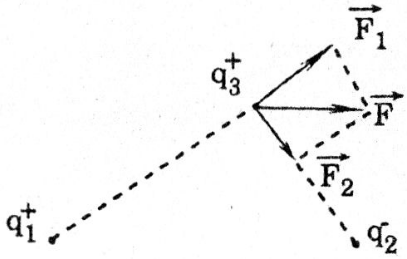

$\overrightarrow{F_{21}}$
$\overrightarrow{F_{12}}$
$q_1>0$
r
$q_2<0$

(h.b)

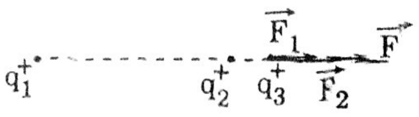
* Nếu một điện tích điểm chịu tác dụng của nhiều lực $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$ ... từ phía các điện tích khác (trong đó có các lực cơ học) thì hợp lực tác dụng lên điện tích đó được xác định:

$$\boxed{\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \ldots}$$

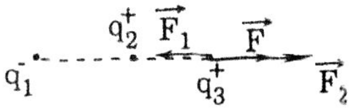
Độ lớn của lực tổng hợp $\vec{F}$ được xác định dựa vào phương pháp hình học.


$\vec{F_1}$
q_3^+
$\vec{F}$
$\vec{F_2}$
q_1^+
q_2^-

- Nếu $\vec{F_1} \uparrow\uparrow \vec{F_2}$ thì: $\vec{F}$ cùng hướng với $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ có độ lớn $F = F_1 + F_2$.

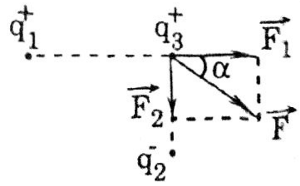

$\vec{F_1}$
$\vec{F}$
q_1^+
q_2^+
q_3^+
$\vec{F_2}$

- Nếu $\vec{F_1} \uparrow\downarrow \vec{F_2}$ thì: $\vec{F}$ cùng hướng với lực nào lớn (cùng hướng $\vec{F_2}$ do $F_2 > F_1$) và có độ lớn $F = F_2 - F_1$.


q_2^+
$\vec{F_1}$
$\vec{F}$
q_1^-
q_3^+
$\vec{F_2}$

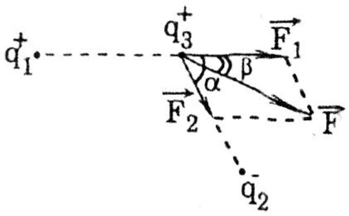
- Nếu $\vec{F_1} \perp \vec{F_2}$ thì: $\vec{F}$ hợp với $\vec{F_1}$ một góc α được xác định.

$$tg\alpha = \frac{F_2}{F_1} \text{ và có độ lớn } F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$


q_1^+
q_3^+
$\vec{F_1}$
α
$\vec{F_2}$
$\vec{F}$
q_2^-

- Nếu $\vec{F_1}$ hợp với $\vec{F_2}$ 1 góc α thì: $\vec{F}$ có độ lớn: $F^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2.\cos\alpha$ và $\vec{F}$ hợp với $\vec{F_1}$ một góc β được xác định.

$$tg\beta = \frac{F_2 . \sin\alpha}{F_1 + F_2 . \cos\alpha}$$


q_3^+
$\vec{F_1}$
q_1^+
β
α
$\vec{F_2}$
$\vec{F}$
q_2^-

2. Định luật bảo toàn điện tích:

Trong hệ cô lập về điện, tổng đại số các điện tích của hệ được bảo toàn (bằng hằng số).

Giả sử có hai quả cầu kim loại giống hệt nhau có điện tích lần lượt là q_1, q_2. Sau khi cho chúng tiếp xúc nhau, điện tích được phân bố lại và mỗi quả cầu có điện tích là:

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2}$$

(q_1 và q_2 là giá trị đại số điện tích của mỗi quả cầu có lúc đầu).

II. ĐIỆN TRƯỜNG

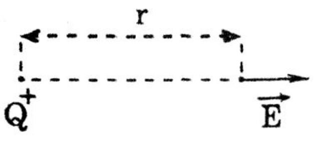
1. Cường độ điện trường gây bởi điện tích điểm Q tại một điểm:

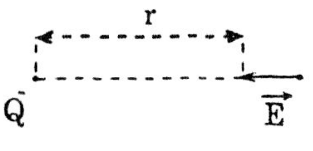
$$\boxed{E = k.\frac{|Q|}{\varepsilon . r^2}}$$

E: cường độ điện trường (V/m)

$\vec{E}$ có hướng ra xa điện tích Q nếu Q > 0

$\vec{E}$ có hướng vào điện tích Q nếu Q < 0



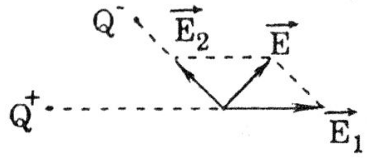


2. Cường độ điện trường gây bởi hệ điện tích tại một điểm (nguyên lí chồng chất điện trường).

$$\boxed{\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} + \ldots}$$

$\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$,... là vectơ cường độ điện trường gây bởi từng điện tích tại điểm đó.

Độ lớn và hướng của vectơ $\vec{E}$ sẽ xác định giống như cách xác định lực Cu-lông.

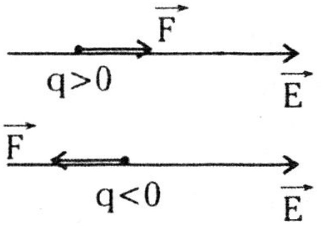


III. CÔNG CỦA LỰC ĐIỆN TRƯỜNG - HIỆU ĐIỆN THẾ

1. Điện tích đặt trong điện trường chịu tác dụng của lực điện trường:

$$\boxed{\vec{F} = q.\vec{E}}$$

- Nếu $q > 0$ thì $\vec{F} \uparrow\uparrow \vec{E}$
- Nếu $q < 0$ thì $\vec{F} \uparrow\downarrow \vec{E}$



2. Công của lực điện trường làm di chuyển điện tích q từ điểm B đến điểm C trong điện trường:

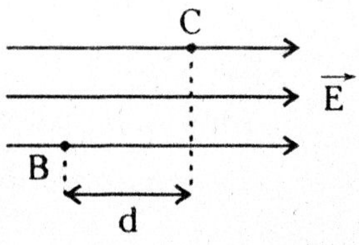
$$\boxed{A = q(V_B - V_C) = q.U_{BC}}$$

- V_B, V_C là điện thế tại các điểm B, C trong điện trường (V)
- $U_{BC} = V_B - V_C$: Hiệu điện thế giữa hai điểm B, C
- $A > 0$: Lực điện trường thực hiện công dương làm di chuyển điện tích, $A < 0$: Lực điện trường thực hiện công cản.

* Trong điện trường đều, hiệu điện thế giữa hai điểm B, C là:

$$\boxed{U_{BC} = E.d}$$

- d: Khoảng cách giữa hai điểm B, C tính theo phương của đường sức.



3. Điện thế gây ra bởi điện tích điểm q tại điểm cách điện tích một khoảng r:

$$\boxed{V = \frac{kq}{\varepsilon r}}$$

(Điện tích dương tạo điện thế dương và ngược lại).

IV. TỤ ĐIỆN

1. Điện dung của tụ điện phẳng:

$$\boxed{C = \frac{\varepsilon S}{4\pi k d}}$$

- S: Diện tích đối diện giữa các bản (m^2)
- d: Khoảng cách giữa hai bản tụ (m)
- C: Điện dung của tụ (F).
- ε: Hằng số điện môi của chất điện môi chiếm đầy giữa hai bản tụ.

* Ước số của Fara (F):

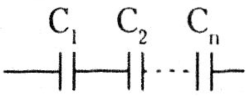
  - Microfara (μF): 1 μF = 10^{-6}F
  - Nanofara (nF): 1 nF = 10^{-9}F
  - Picofara (pF): 1 pF = 10^{-12}F

2. Điện tích của tụ và hiệu điện thế giữa hai bản tụ liên hệ bằng công thức:

$$\boxed{Q = C.U}$$

3. Ghép tụ điện:

* Nối tiếp:



– Điện dung tương đương:

$$\boxed{\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots}$$

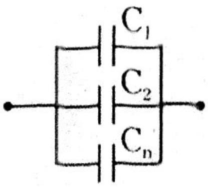
– Điện tích trên các tụ như nhau:

$$\boxed{Q_b = Q_1 = Q_2 = \ldots}$$

– Hiệu điện thế trên mỗi tụ khác nhau nhưng:

$$\boxed{U_1 + U_2 + \ldots = U_b}$$

* Song song:



– Điện dung tương đương: $\boxed{C_b = C_1 + C_2 + \ldots}$

– Điện tích trên mỗi tụ khác nhau nhưng:

$$\boxed{Q_1 + Q_2 = \ldots = Q_b}$$

– Hiệu điện thế trên mỗi tụ như nhau:

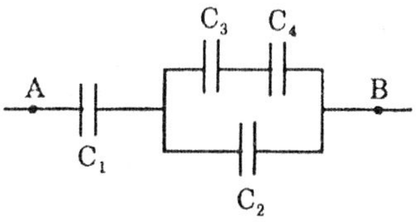
$$\boxed{U_1 = U_2 = \ldots = U_b}$$

* Ghép hỗn hợp: Dùng quy tắc hai bước:

  - Viết sơ đồ tương đương.
  - Tính từ trong ra ngoài.

Thí dụ: Trong sơ đồ bên:

Ta có: C_{AB} : C_1 nt $[C_2$ // $(C_3$ nt $C_4]$



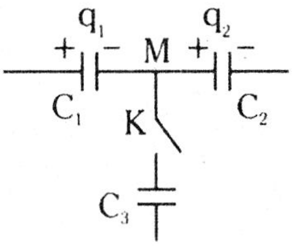
Sau đó tính:

- C_{34} là điện dung của C_3 nt C_4.
- C_{24} là điện dung của C_2 // C_{34}.
- C_{AB} là điện dung của C_1 nt C_{24}.

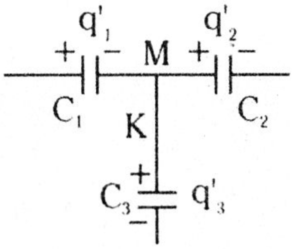
4. Điện lượng di chuyển qua một đoạn mạch:

- Trước tiên ta xác định các bản tụ gắn liền với đoạn mạch cần thiết. Các bản này và đoạn mạch phải là một hệ cô lập về điện.
- Xét tổng đại số điện tích của các bản này trước và sau khi xảy ra "sự cố" (đóng hoặc mở khóa K, một tụ nào đó bị đánh thủng ...)
- Áp dụng định luật bảo toàn điện tích.

Thí dụ:



- K mở: $-q_1 + q_2 = 0$
- K đóng: có sự phân bố lại điện tích: q'_1 và q'_2 và tụ C_3 tích điện q'_3.



- Bảo toàn điện tích tại M:

$$-q_1 + q_2 = -q'_1 + q'_2 + q'_3$$

5. Năng lượng điện trường bên trong tụ:

$$\boxed{W = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}}$$

* Đối với tụ phẳng:

$$W = \frac{\varepsilon SE^2 d}{8\pi k} = \frac{\varepsilon E^2}{8\pi k}.V$$

V = Sd: Thể tích của tụ phẳng.

* Mật độ năng lượng điện trường:

$$w = \frac{W}{V} = \frac{\varepsilon E^2}{8\pi k}$$

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: **Cho hai điện tích q_1 và q_2, đặt cách nhau một khoảng r = 30cm trong không khí, lực tác dụng giữa chúng là F_o. Nếu đặt chúng trong dầu thì lực này bị yếu đi 2,25 lần. Vậy cần dịch chúng lại một khoảng bằng bao nhiêu để lực tương tác giữa chúng vẫn bằng F_o?**

GIẢI

Ta có lực tương tác giữa hai điện tích trong không khí:

$$F_o = k\frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$$

và lực tương tác trong dầu:

$$F = k\frac{|q_1 \cdot q_2|}{\varepsilon r^2} = \frac{F_o}{\varepsilon} = \frac{F_o}{2,25}$$

Vậy hằng số điện môi của dầu là: $\varepsilon = 2,25$.

Để lực tương tác vẫn như trong chân không, ta phải dịch chúng một khoảng x

$$F' = k\frac{|q_1 \cdot q_2|}{\varepsilon(r-x)^2} = F_o = k\frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$$

hay $$\frac{r}{r-x} = \sqrt{\varepsilon}$$

Từ đó: $$x = r\left(1 - \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}}\right) = 10cm$$

Bài 2: **Hai điện tích điểm đặt cách nhau 1m trong không khí thì đẩy nhau một lực F = 1,8N. Độ lớn điện tích tổng cộng là 3.10^{-5}C. Tính điện tích mỗi vật.**

GIẢI

Từ định luật Cu-lông ta suy ra:

$$q_1.q_2 = \frac{Fr^2}{k} = 2.10^{-10} \qquad (1)$$

Mặt khác $$q_1 + q_2 = 3.10^{-5} \qquad (2)$$

Dùng định lí Vi-ét đảo ta suy ra q_1 và q_2 là nghiệm của phương trình:

$$q^2 - 3.10^{-5}q + 2.10^{-10} = 0$$

Giải phương trình ta được:

$$q_1 = 2.10^{-5}C; \qquad q_2 = 10^{-5}C$$

hoặc $$q_1 = 10^{-5}C \quad ; \quad q_2 = 2.10^{-5}C$$

Bài 3: **Hai điện tích $q_1 = 4.10^{-8}C$, $q_2 = -4.10^{-8}C$ đặt tại hai điểm A, B cách nhau một khoảng a = 4cm trong không khí.**

Xác định lực tác dụng lên điện tích điểm $q = 2.10^{-9}C$ khi:

a. q đặt tại trung điểm O của AB.

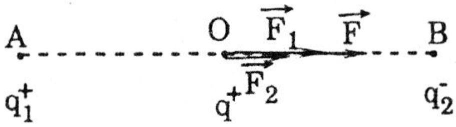
b. q đặt tại M sao cho AM = 4cm, BM = 8cm

GIẢI

a Khi q tại O, ta có:

$$F_1 = k\frac{|q_1 . q|}{AO^2} = 18.10^{-5}N \quad ; \quad F_2 = k\frac{|q_2 . q|}{BO^2} = 18.10^{-5}N = F_1$$

($\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ được vẽ trên hình)



Từ đó: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$. Do $\vec{F_1} \uparrow\uparrow \vec{F_2}$

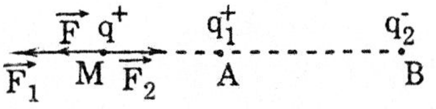
nên: $F = F_1 + F_2 = 2F_1 = 36.10^{-5}N$

b. Khi q tại M:

Do BM = BA + AM nên điểm M nằm trên đường thẳng AB, ngoài AB, phía A

Ta có: $F_1 = k\frac{|q_1 . q|}{AM^2} = 4,5.10^{-5}N \quad ; \quad F_2 = k\frac{|q_2 . q|}{BM^2} = \frac{F_1}{4} = 1,125.10^{-5}N$

($\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ được vẽ trên hình)



Do $\vec{F_1} \uparrow\downarrow \vec{F_2}$ và $F_1 > F_2$

nên ta có $\vec{F}$ hướng ra xa A và: $F = F_1 - F_2 = \frac{3}{4}F_1 = 3,375.10^{-5}N$

Bài 4: **Ba điện tích điểm $q_1 = 27.10^{-8}C$; $q_2 = 64.10^{-8}C$, $q_3 = -10^{-7}C$ đặt tại ba đỉnh của tam giác ABC vuông tại C.**

Cho AC = 30cm, BC = 40cm.

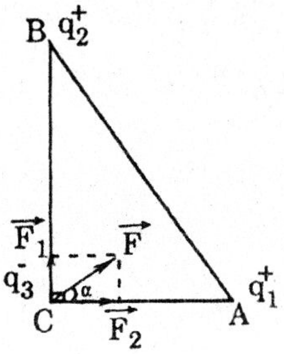
Xác định lực tác dụng lên q_3. Hệ thống đặt trong không khí.

GIẢI

Lực tác dụng của q_1, q_2 lên q_3:

$$F_1 = k.\frac{|q_1 . q_3|}{AC^2} = 27.10^{-4}N$$

$$F_2 = k.\frac{|q_2 . q_3|}{BC^2} = 36.10^{-4}N$$



($\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ được vẽ trên hình)

Do $\vec{F_1} \perp \vec{F_2}$ nên $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = 45.10^{-4}N$

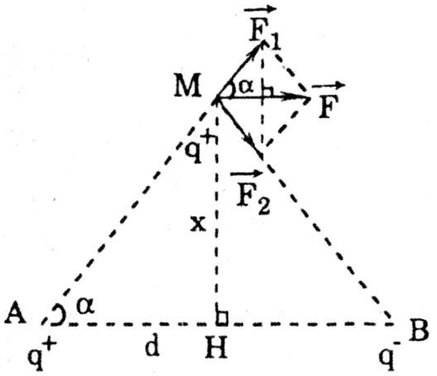
Bài 5: **Hai điện tích điểm +q và -q đặt tại hai điểm A và B cách nhau 2d trong không khí. Xác định lực tác dụng lên điện tích $q_o = q$ đặt tại điểm M trên đường trực của AB, cách AB một đoạn x.**

Áp dụng bằng số: $q = 10^{-6}C$; $d = 4cm$; $x = 3cm$.

GIẢI

Lực tác dụng của điện tích +q và -q lên điện tích q_o là:

$$F_1 = F_2 = k\frac{|q.q|}{AM^2}$$



(do AM = BM nên $F_1 = F_2$)

và $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$ được vẽ trên hình. Lực tác dụng tổng hợp lên q_o là $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$ được vẽ trên hình với:

$$F = 2F_1\cos\alpha$$

Trong đó: $\cos\alpha = \frac{d}{\sqrt{d^2 + x^2}}$

Từ đó: $F = 2.k.\frac{q^2}{d^2 + x^2}.\frac{d}{\sqrt{d^2 + x^2}}$

$$\vec{F} \parallel \vec{AB}$$

Thay số vào ta được: F = 5,76N

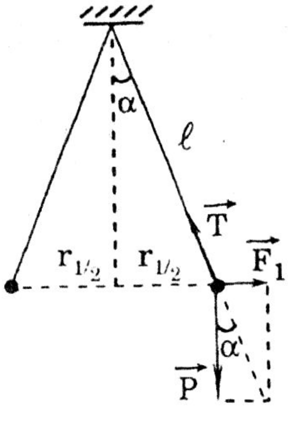
Bài 6: **Người ta treo hai quả cầu nhỏ có khối lượng bằng nhau m = 1g bằng hai sợi dây tơ có cùng độ dài $l = 50cm$. Khi hai quả cầu tích điện như nhau, cùng dấu, chúng đẩy nhau và cách nhau $r_1 = 6cm$.**

a. Tính điện tích mỗi quả cầu.

b. Nhúng cả hệ thống vào rượu có hằng số điện môi ε = 27. Tính khoảng cách r_2 giữa hai quả cầu khi cân bằng. Bỏ qua lực đẩy Acsimét. Lấy $g = 10m/s^2$.

GIẢI

a. Trong không khí, quả cầu cân bằng dưới tác dụng của: $\vec{P}$, $\vec{F_1}$, $\vec{T}$.



Ta có: $\tan\alpha = \frac{F_1}{P} \Rightarrow F_1 = P.\tan\alpha$

Mặt khác: $\sin\alpha = \frac{\frac{r_1}{2}}{l} = 0{,}06$

Suy ra α rất bé, do đó: $tg\alpha \approx \sin\alpha$

Cuối cùng: $F_1 = mgtg\alpha = 6.10^{-4}N$

Từ đó: $q = \sqrt{\dfrac{F_1 r^2}{k}} \approx 1{,}55.10^{-8}C$

b. Khi nhúng vào rượu, do bỏ qua lực đẩy Archimède, tương tự ta có:

$$F_2 = P.tg\alpha' = P.\sin\alpha' \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha'}$$

Trong đó: $\dfrac{F_1}{F_2} = \dfrac{k\dfrac{q^2}{r_1^2}}{k\dfrac{q^2}{\varepsilon r_2^2}} = \dfrac{\varepsilon r_2^2}{r_1^2}$ và $\dfrac{\sin\alpha}{\sin\alpha'} = \dfrac{\dfrac{r_1}{2l}}{\dfrac{r_2}{2l}} = \dfrac{r_1}{r_2}$

Từ đó: $\dfrac{\varepsilon r_2^2}{r_1^2} = \dfrac{r_1}{r_2}$

Hay: $r_2 = \dfrac{r_1}{\sqrt[3]{\varepsilon}} = \dfrac{r_1}{3} = 2cm$

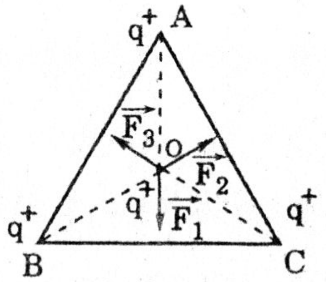
Bài 7: Cho ba điện tích cùng độ lớn q đặt ở ba đỉnh của một tam giác đều cạnh a trong không khí. Xác định lực tác dụng lên điện tích $q_o = +q$ tại tâm O của tam giác trong các trường hợp:

a. Các điện tích q cùng dấu.

b. Một điện tích trái dấu với hai điện tích kia.

GIẢI

a. Giả sử ba điện tích cùng dương:



Ta có: $AO = BO = CO = \dfrac{a}{\sqrt{3}}$

$\Rightarrow F_1 = F_2 = F_3 = k\dfrac{q^2}{AO^2} = \dfrac{3kq^2}{a^2}$

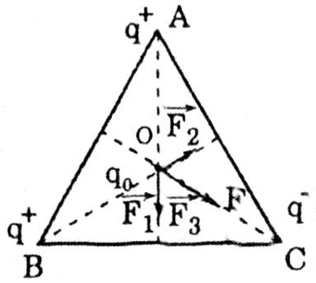
($\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$ được vẽ trên hình)

Dễ dàng chứng minh được $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$ đồng phẳng và hợp nhau từng đôi một góc 120°.

Từ đó: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = \vec{0}$

Nếu ba điện tích cùng âm, các vectơ $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$ hướng ngược lại trong hình nhưng $\vec{F}$ vẫn bằng $\vec{0}$.

b. * Hai điện tích dương, một điện tích âm. $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$ được vẽ trên hình.



Ta có: $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3}$

Gọi $\vec{F_{12}} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$

Dễ dàng suy ra: $\vec{F_{12}} \uparrow\uparrow \vec{F_3}$ và $F_{12} = F_1 = F_2$

Từ đó: $\vec{F} \uparrow\uparrow \vec{F_3}$ và $F = 2F_1 = \dfrac{6kq^2}{a^2}$. Vậy $\vec{F}$ hướng vào điện tích âm.

* Hai điện tích âm, một điện tích dương: hoàn toàn tương tự, $F = \dfrac{6kq^2}{q^2}$ và $\vec{F}$ hướng ra xa điện tích dương.

Bài 8: **Hai điện tích dương $q_1 = q$ và $q_2 = 4q$ được giữ cố định cách nhau một đoạn d trong không khí. Phải đặt điện tích q_o ở đâu, bằng bao nhiêu để q_o nằm cân bằng.**

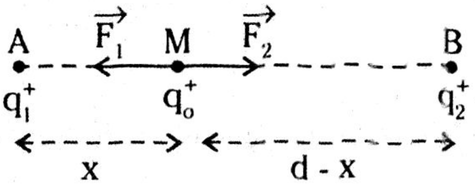
GIẢI

Lực tác dụng lên q_o là $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$. Để q_o cân bằng ta có: $\vec{F_1} + \vec{F_2} = \vec{0}$

hay $\vec{F_1} = -\vec{F_2}$. Từ hệ thức này ta suy ra:

- $\vec{F_1} \uparrow\downarrow \vec{F_2}$: Ta thấy q_o phải nằm trong đoạn AB và không phụ thuộc gì vào dấu của q_o. Giả sử q_o dương và gọi x là khoảng cách từ q_o đến q_1.

  Ta có các lực $\vec{F_1}$ và $\vec{F_2}$ được vẽ trên hình.



- $F_1 = F_2$ hay:

$$k\frac{q_1q_o}{x^2} = k\frac{q_2q_o}{(d-x)^2} \quad ; \qquad x = AM$$

$$\Rightarrow \quad \frac{(d-x)^2}{x^2} = \frac{q_2}{q_1} = 4$$

hay d - x = 2x (do x > 0 và d - x > 0) $\Rightarrow \quad x = \dfrac{d}{3}$

* ***Biện luận:***

  - *Ta thấy q_o nằm cân bằng tại vị trí trên bất luận dấu và độ lớn của q_o.*
  - *Nếu q_o dương thì khi dịch chuyển q_o dọc AB (giả sử về phía B) ta thấy $\vec{F_1}$ giảm, $\vec{F_2}$ tăng. Do đó khi ngưng dịch chuyển, q_o sẽ trở về vị trí cũ. Vậy q_o cân bằng bền theo phương AB. Lí luận tương tự, ta thấy q_o cân bằng không bền theo phương vuông góc AB.*
  - *Nếu q_o âm thì q_o cân bằng bền theo phương vuông góc AB và cân bằng không bền theo phương AB.*

Bài 9: **Giải lại bài 9 trong trường hợp không giữ cố định các điện tích q_1, q_2.**

GIẢI

Hoàn toàn tương tự, vị trí đặt q_o không có gì thay đổi. Để q_1 và q_2 cân bằng ta cần có hệ thức:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{02} \text{ và } \vec{F}_{21} = -\vec{F}_{01}$$

Từ đó suy ra:

- $\vec{F}_{12} \uparrow\downarrow \vec{F}_{02}$ và $\vec{F}_{21} \uparrow\downarrow \vec{F}_{01}$: Vậy q_o phải là điện tích âm
- $F_{12} = F_{02}$ hay: $k\dfrac{q^2}{d^2} = k\dfrac{|q_o q|}{(d-x)^2}$

$$\Rightarrow \quad |q_o| = \frac{(d-x)^2}{d^2}.|q| = \frac{4}{9}q$$

Vậy $q_o = -\dfrac{4}{9}q$

Bài 10: **Hai quả cầu giống nhau, mang điện, đặt cách nhau một đoạn r = 20cm, chúng hút nhau một lực $F_1 = 4.10^{-3}$N. Sau đó, cho chúng tiếp xúc nhau và lại đưa ra vị trí cũ thì thấy chúng đẩy nhau bằng một lực $F_2 = 2{,}25.10^{-3}$N. Hãy xác định điện tích ban đầu của mỗi quả cầu.**

GIẢI

Trước khi hai quả cầu tiếp xúc nhau, ta có:

$$q_1q_2 = -\frac{F_1 . r^2}{k} \text{ (có dấu - do } q_1 \text{ và } q_2 \text{ hút nhau)}$$

$$\Rightarrow \quad q_1q_2 = -\frac{16}{9}.10^{-14} \qquad (1)$$

Sau khi tiếp xúc nhau, điện tích mỗi quả cầu là $\left|\dfrac{q_1+q_2}{2}\right|$

Lực đẩy bây giờ: $F_2 = \dfrac{k\left(\dfrac{q_1+q_2}{2}\right)^2}{r^2}$

$$\Rightarrow \quad q_1 + q_2 = \pm 2r.\sqrt{\frac{F_2}{k}}$$

$$q_1 + q_2 = \pm 2.10^{-7} \qquad (2)$$

Giải hệ (1) và (2) ta được:

$$q_1 = \pm 2{,}67.10^{-7}C \quad \text{và} \quad q_2 = \pm 0{,}67.10^{-7}C$$

Bài 11: **Hai điện tích $q_1 = +10^{-6}C$, $q_2 = -10^{6}C$ đặt tại hai điểm A, B cách nhau 40cm trong chân không.**

Xác định vectơ cường độ điện trường tại:

a. M là trung điểm của AB.

b. N có AN = 20cm; BN = 60cm.

GIẢI

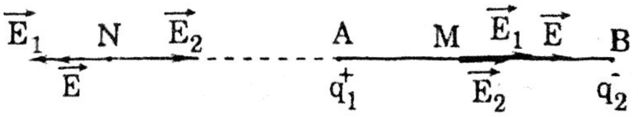
a. Cường độ điện trường do q_1 và q_2 gây ra tại M:

$$E_1 = E_2 = \frac{k|q|}{AM^2} = \frac{9}{4}.10^5 \text{ V/m}$$

$\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$ được vẽ trên hình.

Từ đó: $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$, $\vec{E}$ cùng hướng $\vec{E_1}$ và $\vec{E_2}$

và: $E = 2E_1 = 4,5.10^5$ V/m


$\vec{E_1}$
N
$\vec{E_2}$
A
M
$\vec{E_1}$
$\vec{E}$
B
$\vec{E}$
$\overset{+}{q_1}$
$\vec{E_2}$
$\overset{-}{q_2}$

b. Trường hợp này, N trên AB, ngoài AB, phía A (do NB = NA + AB)

$$E_1 = k\frac{|q_1|}{AN^2} = \frac{9}{4}.10^5 \text{ V/m}$$

$$E_2 = k\frac{|q_2|}{BN^2} = k\frac{|q_2|}{(3AN)^2} = \frac{E_1}{9} = \frac{1}{4}.10^5 \text{ V/m}$$

($\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$ được vẽ trên hình). Do $\vec{E_1} \uparrow\downarrow \vec{E_2}$ nên $\vec{E}$ có hướng của $\vec{E_1}$

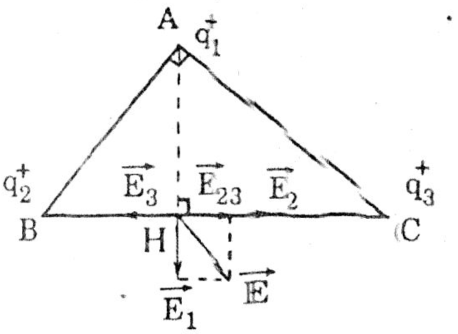
($E_1 > E_2$) và có độ lớn: $E = E_1 - E_2 = 2.10^5$ V/m

Bài 12: **Tại ba đỉnh của tam giác ABC vuông tại A, AB = 30cm, AC = 40cm đặt ba điện tích dương $q_1 = q_2 = q_3 = q = 10^{-9}C$.**

Xác định cường độ điện trường $\vec{E}$ tại chân đường cao hạ từ đỉnh góc vuông xuống cạnh huyền.

GIẢI

Cường độ điện trường tại H do 3 điện tích gây ra:


A
$\overset{+}{q_1}$
$\overset{+}{q_2}$
$\vec{E_3}$
$\vec{E_{23}}$
$\vec{E_2}$
$\overset{+}{q_3}$
B
H
C
$\vec{E}$
$\vec{E_1}$

$$E_1 = k\frac{q}{AH^2} \quad ; \quad E_2 = k\frac{q}{BH^2}$$

$$E_3 = k\frac{q}{CH^2}$$

Trong đó:

$$AH = \frac{AB\,.\,AC}{BC} = 24cm$$

$$BH = \frac{AB^2}{BC} = 18cm \quad ; \qquad CH = \frac{AC^2}{BC} = 32cm$$

$$\Rightarrow \quad E_1 = \frac{9}{24^2}.10^4\ V/m \quad ; \qquad E_2 = \frac{9}{18^2}.10^4\ V/m\ ; \qquad E_3 = \frac{9}{32^2}.10^4\ V/m$$

($\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$, $\vec{E_3}$ được vẽ trên hình).

Mặt khác: $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} + \vec{E_3}$

với $\vec{E_2} + \vec{E_3} = \vec{E_{23}}$. Do $E_2 > E_3$ nên $\vec{E_{23}} \uparrow\uparrow \vec{E_2}$ và có độ lớn:

$$E_{23} = E_2 - E_3 = 9\left(\frac{1}{18^2} - \frac{1}{32^2}\right).10^4\ V/m$$

Cuối cùng $\vec{E}$ được vẽ trên hình và có độ lớn:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_{23}^2} = 245\ V/m$$

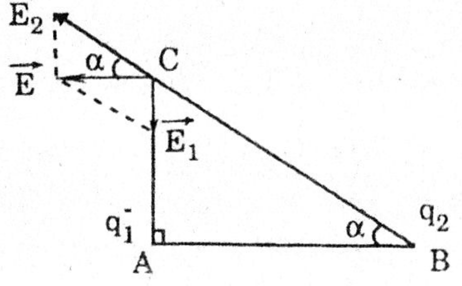
$\vec{E}$ hợp với BC một góc α được xác định:

$$tg\alpha = \frac{E_1}{E_{23}} = 0,82 \Rightarrow \qquad \alpha \approx 39,38^o$$

Bài 13: **Tại ba điểm A, B, C trong không khí tạo thành tam giác vuông tại A; AB = 4cm; AC = 3cm. Tại A đặt $q_1 = -2,7.10^{-9}$C, tại B đặt q_2. Biết cường độ điện trường $\vec{E}$ tổng hợp tại C có phương song song AB. Xác định q_2 và cường độ điện trường $\vec{E}$ tại C.**

GIẢI

Ta có: $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$. Có $\vec{E_1}$ và biết $\vec{E}$ // AB ta dễ dàng vẽ được $\vec{E_2}$ như hình. (Nếu $\vec{E_2}$ hướng vào q_2 thì không thể tạo được $\vec{E}$ // AB)



Ta có: $E_1 = k\dfrac{|q_1|}{AC^2} = 2,7.10^4\ V/m$

Từ đó: $tg\alpha = \dfrac{E_1}{E} = \dfrac{AC}{AB}$

$$\Rightarrow \quad E = \frac{AB}{AC}.E_1 = 3,6.10^4\ V/m$$

và $\quad \sin\alpha = \dfrac{E_1}{E_2} = \dfrac{AC}{BC} \qquad \Rightarrow \qquad E_2 = \dfrac{BC}{AC}E_1 = 4,5.10^4\ V/m$

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRUNG TÂM THÔNG TIN THƯ VIỆN
LC/1971

Cuối cùng: $|q_2| = \dfrac{E_2 . BC^2}{k} = 12{,}5.10^{-9}C$

q_2 là điện tích dương nên: $q_2 = 12{,}5.10^{-9}C$

Bài 14: **Hai điện tích +q và -q (q > 0) đặt tại hai điểm A, B với AB = 2a trong không khí.**

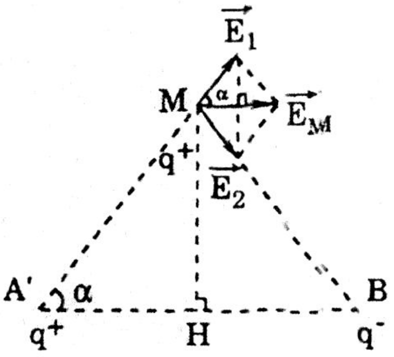
a. Xác định cường độ điện trường tại M nằm trên đường trung trực của AB, cách AB một đoạn x.

b. Tính x để E_M cực đại và tính giá trị cực đại này.

GIẢI

a. Ta có: $E_1 = k\dfrac{q}{AM^2} = \dfrac{kq}{a^2 + x^2} = E_2$

(do |+q| = |-q| và AM = BM)



Các vectơ $\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$ được vẽ trên hình.

Từ đó: $E_M = 2E_1.\cos\alpha = 2\dfrac{kq}{a^2 + x^2}\dfrac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}}$

$$= \frac{2kqa}{(a^2 + x^2)^{3/2}}$$

$\vec{E_M}$ được vẽ trên hình, dễ dàng chứng minh được $\vec{E_M}$ // AB.

b. Để $E_{M_{max}}$ thì $(a^2 + x^2)_{min}$, từ đó suy ra x = 0.

Bài 15: **Hai điện tích $q_1 = 4q > 0$ và $q_2 = -q$ đặt tại hai điểm A và B cách nhau 9cm trong chân không. Xác định điểm M để cường độ điện trường tổng hợp tại đó bằng 0.**

GIẢI

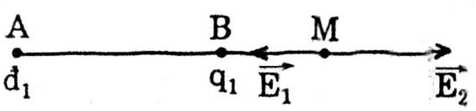
Gọi $\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$ là cường độ điện trường tại M do q_1 và q_2 gây ra.

Ta có: $\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} = \vec{0} \Rightarrow \vec{E_1} = -\vec{E_2}$

- $\vec{E_1} \uparrow\downarrow \vec{E_2}$: Vậy M phải nằm trên đường thẳng qua A, B và ngoài đoạn AB.
- $E_1 = E_2$: Do $E \sim \dfrac{q}{r^2}$ mà $|q_1| > |q_2|$ nên điểm M ở gần điểm B hơn.

Gọi BM = x, ta có: $k\dfrac{|q_1|}{AM^2} = k\dfrac{|q_2|}{BM^2}$

hay $\dfrac{(9 + x)^2}{x^2} = 4 \Rightarrow 9 + x = 2x$



Vậy x = 9cm

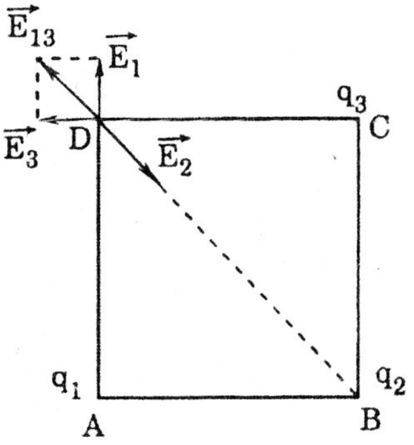
Bài 16: **Cho ba điện tích điểm q_1, q_2, q_3 đặt tại ba đỉnh A, B, C của hình vuông ABCD trong không khí. Xác định hệ thức giữa q_1, q_2, q_3 để cường độ điện trường tại D bằng không.**

GIẢI

Gọi $\vec{E_1}$, $\vec{E_2}$, $\vec{E_3}$ là cường độ điện trường do q_1, q_2, q_3 gây ra tại D. Ta có:

Ta có: $\vec{E_1} + \vec{E_2} + \vec{E_3} = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{E_1} + \vec{E_2} = -\vec{E_2}$

- Gọi $\vec{E_1} + \vec{E_3} = \vec{E_{13}}$ thì $\vec{E_{13}} \uparrow\downarrow \vec{E_2}$



Do đó $\vec{E_1}$ và $\vec{E_3}$ hoặc cùng hướng vào A và C hoặc cùng hướng ra ngoài. (Nếu khác đi thì $\vec{E_{13}}$ khác phương $\vec{E_2}$).

Giả sử $\vec{E_1}$, $\vec{E_3}$ cùng hướng ra ngoài A và C (Nghĩa là q_1 và q_3 đều dương).

để $\vec{E_{13}}$ nằm trên đường chéo BD thì $E_1 = E_3$.

Do đó: $|q_1| = |q_3| = q$

$$\Rightarrow \quad E_1 = E_3 = \frac{kq}{a^2} \quad \text{và} \quad E_{13} = \frac{\sqrt{2}kq}{a^2}$$

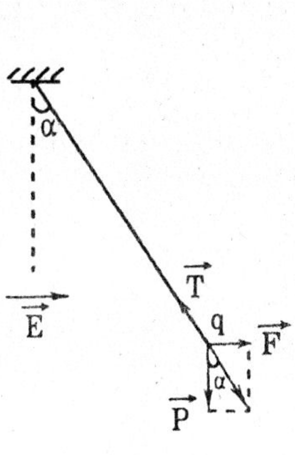
Từ đó $E_{13} = E_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{\sqrt{2}kq}{a^2} = \frac{k|q_2|}{2a^2}$ hay $|q_2| = 2\sqrt{2}q$

Vậy q_2 là điện tích âm. Cuối cùng ta có: $q_1 = q_2 = \frac{-q_2}{2\sqrt{2}}$

- Kết quả trên vẫn đúng cho trường hợp q_1, q_3 âm, q_2 dương.

Bài 17: **Một quả cầu nhỏ, khối lượng $m = 20g$ mang điện tích $q = 10^{-7}C$ được treo bởi dây mảnh trong điện trường đều có vectơ $\vec{E}$ nằm ngang. Khi quả cầu cân bằng, dây treo hợp với phương đứng một góc $\alpha = 30°$. Tính độ lớn của cường độ điện trường, cho $g = 10m/s^2$.**

GIẢI



Quả cầu chịu tác dụng của $\vec{P}$, $\vec{F}$, $\vec{T}$. Khi cân bằng ta có:

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$$

Từ hình vẽ ta suy ra:

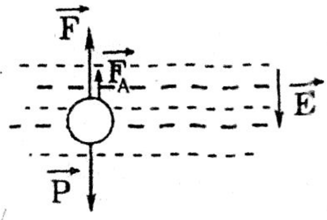
$$tg\alpha = \frac{F}{P} = \frac{qE}{mg}$$

$$\Rightarrow \quad E = \frac{mg \, . \, tg\alpha}{q} = \frac{2}{\sqrt{3}}.10^6 \text{ V/m} \approx 1,15.10^6 \text{ V/m}$$

Bài 18: **Một quả cầu nhỏ, bằng kim loại có bán kính 1mm đặt trong dầu. Hệ thống đặt trong điện trường đều, $\vec{E}$ hướng thẳng đứng từ trên xuống E = 10^6 V/m. Tìm điện tích của quả cầu để nó nằm lơ lửng trong dầu. Cho khối lượng riêng của kim loại và dầu là D = $2{,}7.10^3$ kg/m^3, D_o = 800 kg/m^3. Lấy g = 10 m/^{2}.**

GIẢI

Quả cầu chịu tác dụng của $\vec{P}$, $\vec{P_A}$, $\vec{F}$. Ta có $\vec{F_A} \uparrow\downarrow \vec{P}$ và $F_A < P$ (do $D > D_o$) nên $\vec{F} \uparrow\uparrow \vec{F_A}$.



Vậy quả cầu phải tích điện âm ($\vec{F} \uparrow\downarrow \vec{E}$).

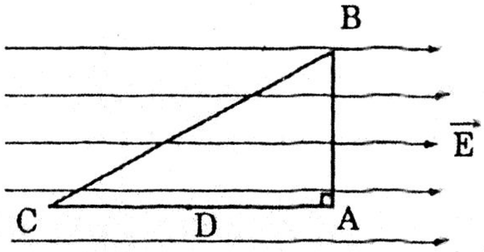
Quả cầu cân bằng, ta có:

$$F + F_A = P \quad \Rightarrow \quad F = P - F_A$$

hay $|q|.E = D.Vg - D_oVg = (D - D_o)Vg$

$$\Rightarrow \quad |q| = \frac{(D-D_o)Vg}{E} = \frac{(D-D_o)4\pi r^3 g}{3E} \approx 0{,}79.10^{-10}C$$

Vậy $q = -0{,}79.10^{-10}C$



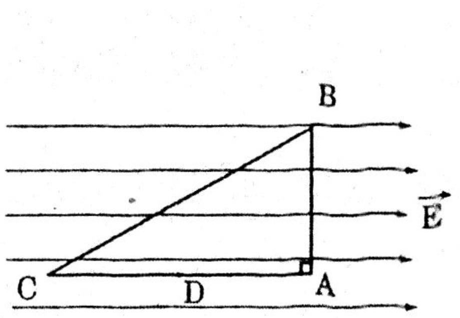
Bài 19: **Ba điểm A, B, C nằm trong điện trường đều sao cho $\vec{E}$ song song với CA. Cho AB ⊥ AC và AB = 6m, AC = 8cm.**

a. Tính cường độ điện trường E, U_{AB} và U_{BC}. Biết U_{CD} = 100V (D là trung điểm của AC).

b. Tính công của lực điện trường khi electron di chuyển từ B đến C, từ B đến D.

GIẢI

a. Ta có: $E = \dfrac{U_{CD}}{CD} = 2500$ V/m



và $U_{AB} = 0$ (Do hình chiếu của AB trên đường sức bằng 0)

$$U_{BC} = U_{BA} + U_{AC}$$
$$= 0 + (-E.AC) = -2U_{CD} = -200V$$

b. * Công của lực điện trường khi electron di chuyển từ B đến C:

$$A = -e.U_{BC} = 3{,}2.10^{-17}J$$

* Tương tự: $A = -eU_{BD} = -e(U_{BA} + U_{AD})$

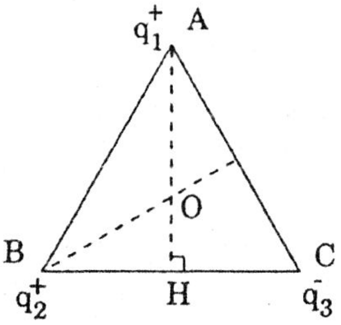
$= -e(-U_{CD}) = 1{,}6.10^{-17}J$ (do $U_{BA} = 0$; $U_{AD} = U_{DC}$)

Bài 20: **Có ba điện tích điểm $q_1 = 10^{-8}C$; $q_2 = 2.10^{-8}C$; $q_3. = -3.10^{-8}C$ đặt tại ba đỉnh của tam giác đều ABC cạnh a = 10cm trong không khí.**

a. Xác định điện thế tại tâm O và chân đường cao H kẻ từ A.

b. Tính công của lực điện trường khi electron di chuyển từ O đến H.

GIẢI



a. Ta có: $V_o = k\left(\dfrac{q_1}{OA} + \dfrac{q_2}{OB} + \dfrac{q_3}{OC}\right)$

Với $OA = OB = OC = \dfrac{a\sqrt{3}}{3} = \dfrac{a}{\sqrt{3}}$

$\Rightarrow \quad V_o = \dfrac{kq_1 . \sqrt{3}}{a}(1 + 2 - 3) = 0$

$V_H = k\left(\dfrac{q_1}{AH} + \dfrac{q_2}{BH} - \dfrac{q_3}{CH}\right)$; $AH = \dfrac{a\sqrt{3}}{2}$; $BH = CH = \dfrac{a}{2}$

$\Rightarrow \quad V_H = \dfrac{kq_1}{a}2\left(\dfrac{1}{\sqrt{3}} + 2 - 3\right) = \dfrac{2kq_1}{a}\left(\dfrac{1}{\sqrt{3}} - 1\right) = -7{,}6.10^2$ V/m $= -760$ V/m

b. Công của lực điện trường: $A = -e(V_o - V_H) = eV_H = -12.10^{-17}J$

(Công của lực điện trường cản trở chuyển động của electron).

Bài 21: **Hai electron ở rất xa nhau cùng chuyển động lại gặp nhau với cùng vận tốc ban đầu $v_o = 10^6$ m/s. Hãy xác định khoảng cách r nhỏ nhất mà hai electron có thể tiến lại gần nhau.**

GIẢI

Chọn gốc thế năng ở ∞.

- Năng lượng của hệ bằng tổng động năng của hai electron:

  $E_o = 2E_{do} = mv_o^2$

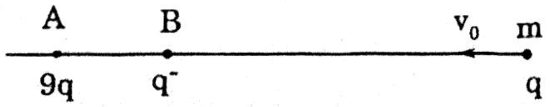
- Năng lượng lúc sau là thế năng tương tác giữa hai electron do sự có mặt của electron này trong điện trường của electron kia. Lúc này động năng bằng không. Do đó:

  $E = -e\left(\dfrac{-ke}{r}\right) = \dfrac{ke^2}{r}$

  Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có:

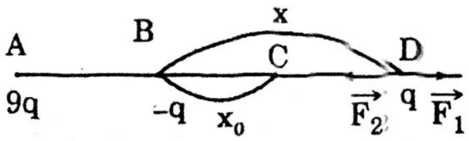
  $mv_o^2 = k\dfrac{e^2}{r} \quad \Rightarrow \quad r = \dfrac{ke^2}{mv_o^2} = 2{,}5.10^{-10}m$

Bài 22: **Hai điện tích 9q và -q được giữ chặt tại hai điểm A, B trong chân không (AB = d). Một hạt điện tích q, khối lượng m chuyển động dọc theo đường thẳng AB từ rất xa đến. Tìm vận tốc ban đầu của hạt m để nó có thể đến được B. Bỏ qua tác dụng của trọng trường.**



GIẢI

Xét điểm D cách B một đoạn x. Lực tác dụng vào q tại D là $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$ được vẽ trên hình.



Ta có: $F_1 - F_2 = kq^2\left(\frac{9}{(d+x)^2} - \frac{1}{x^2}\right) = kq^2\frac{9x^2 - (d+x)^2}{x^2(d+x)^2}$

$$F_1 - F_2 = \frac{kq^2(2x-d)(4x+d)}{x^2(d+x)^2}$$

- Khi $2x - d > 0 \Rightarrow x > \frac{d}{2}$ thì $F_1 - F_2 > 0$: Lực tổng hợp tác dụng lên điện tích q là lực đẩy.
- Khi $2x - d = 0 \Rightarrow x = \frac{d}{2}$ (tại điểm C): Lực tổng hợp tác dụng lên q cân bằng nhau.
- Khi $2x - d < 0 \Rightarrow x < \frac{d}{2}$: Lực tổng hợp tác dụng lên q là lực hút. Do đó, điện tích q muốn di chuyển được đến B thì nó phải thắng lực đẩy (khi $x > \frac{d}{2}$) để đến được C. Sau đó nhờ lực hút nó sẽ đến được B. Như vậy, vận tốc ban đầu tối thiểu ứng với vận tốc của điện tích q đến được C ($V_C = 0$).

Theo định luật bảo toàn năng lượng ta có:

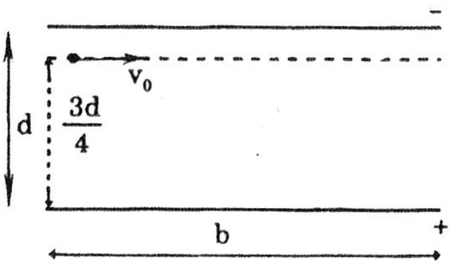
$$\frac{1}{2}mv_o^2 = kq^2\left(\frac{9}{d+\frac{d}{2}} - \frac{1}{\frac{d}{2}}\right) = kq^2.\frac{4}{d}$$

$$\Rightarrow \quad v_o = \sqrt{\frac{8kq^2}{md}}$$

Vậy để điện tích q đến được B, vận tốc ban đầu của hạt cần có:

$$v_o \geqslant \sqrt{\frac{8kq^2}{md}}$$

Bài 23: Các bản của tụ điện phẳng có dạng hình chữ nhật, chiều rộng a = 5cm, chiều dài b = 10cm đặt cách nhau d = 2cm trong không khí. Tụ được tích điện Q = 4.10^{-10}C. Một electron bay vào điện trường của tụ với vận tốc đầu $\vec{v_o}$ có phương song song và dọc theo chiều dài của các bản tụ, cách bản tích điện dương một khoảng $\frac{3d}{4}$.

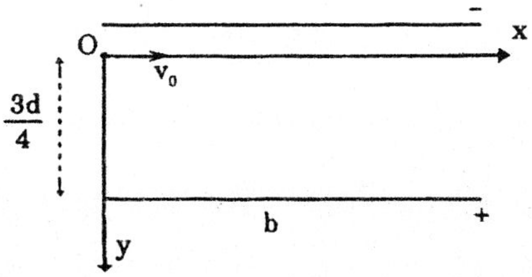


a. Hỏi v_o phải có giá trị tối thiểu là bao nhiêu để electron có thể bay hết chiều dài b của bản tụ và bay ra khỏi tụ điện trên.

b. Xác định động năng của electron ngay khi bay ra khỏi tụ điện trên nếu vận tốc ban đầu V_o của electron có giá trị nhỏ nhất trên.

GIẢI

a. Tương tự bài trên ta có các phương trình chuyển động của electron theo hai trục:



$x = v_o.t \qquad (1)$

$v_y = at \qquad (2)$

$y = \frac{1}{2}at^2 \qquad (3)$

Trong đó: $a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md}$

với U được xác định: $U = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{\frac{S}{4\pi kd}} = \frac{4\pi kdQ}{S} = \frac{4\pi kdQ}{ab}$

$$U = 57,6\pi\ (V)$$

Để electron có thể ra khỏi tụ, ta cần có hệ thức:

$y \leqslant \frac{3d}{4}$ hay $\frac{1}{2}at^2 \leqslant \frac{3d}{4}$

Từ (1) $\Rightarrow t = \frac{b}{v_o}$ thay vào hệ thức ta được: $\frac{1}{2}.\frac{eU}{md}.\frac{b^2}{v_o^2} \leqslant \frac{3d}{4}$

$$\Rightarrow v_o \geqslant \frac{b}{d}\sqrt{\frac{2eU}{3m}}; \quad v_{omin} = \frac{b}{d}\sqrt{\frac{2eU}{3m}} \approx 2,3.10^7\ m/s$$

b. Động năng của electron khi ra khỏi tụ:

$$E_d = E_{d_o} + e.\frac{3}{4}U = \frac{1}{2}mv_{o_{min}}^2 + \frac{3}{4}eU = 26,24.10^{-17}J$$

Bài 24: **Một tụ điện phẳng không khí, có hai bản hình tròn bán kính R = 6cm đặt cách nhau d = 0,5cm. Đặt vào hai bản một hiệu điện thế U = 10V.**

Hãy tính: điện dung của tụ, điện tích của tụ, năng lượng của tụ.

GIẢI

* Điện dung của tụ phẳng: $C = \frac{S}{4\pi kd} = \frac{R^2}{4kd} = 2.10^{-9}F = 2nF$

* Điện tích của tụ: $Q = CU = 2.10^{-8}C$

* Năng lượng của tụ: $W = \frac{1}{2}CU^2 = 10^{-7}J$

Bài 25: **Một tụ phẳng không khí có điện dung $C_o = 0{,}1\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế U = 100V.**

a. Tính điện tích Q của tụ.

b. Ngắt tụ khỏi nguồn. Nhúng tụ vào điện môi lỏng có ε = 4. Tính điện dung, điện tích và hiệu điện thế của tụ lúc này.

c. Vẫn nối tụ với nguồn rồi nhúng vào điện môi lỏng trên. Tính như câu b.

GIẢI

a. Điện tích của tụ: $Q = C_oU = 10\mu C$

b. Khi ngắt tụ khỏi nguồn, đưa vào điện môi lỏng, điện tích của tụ không đổi.

$$Q_1 = Q = 10\mu C$$

Điện dung của tụ lúc này: $C_1 = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd} = \varepsilon C_o = 0{,}4\mu F$

Hiệu điện thế giữa hai bản tụ là: $U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q}{\varepsilon C_o} = \frac{U}{\varepsilon} = 25V$

c. Điện dung của tụ lúc này $C_2 = C_1$.

Do vẫn nối với nguồn nên hiệu điện thế vẫn là hiệu điện thế của nguồn:

$$U_2 = U = 100V$$

Điện tích trên tụ lúc này: $Q_2 = C_2.U_2 = \varepsilon C_o.U = \varepsilon Q = 40\mu C$

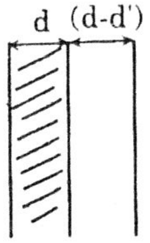
Bài 26: **a. Tính điện dung của tụ điện phẳng không khí có diện tích mỗi bản $S = 100cm^2$, khoảng cách giữa hai bản d = 2mm.**

b. Nếu đưa vào giữa hai bản lớp điện môi dày d' = 1mm (ε = 3) thì điện dung của tụ là bao nhiêu?

c. Thay lớp điện môi bằng bản kim loại có cùng bề dày. Tính điện dung của tụ lúc này.

Điện dung của tụ có phụ thuộc vào vị trí lớp điện môi hoặc bản kim loại không?

GIẢI



a. Điện dung của tụ phẳng không khí:

$$C_o = \frac{S}{4\pi kd} = 44pF$$

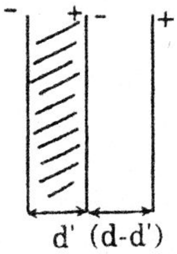
b. Lúc này ta xem như hai tụ ghép nối tiếp.

Do đó: $C = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_3}$

với: $C_1 = \dfrac{\varepsilon S}{4\pi kd'} = \dfrac{\varepsilon S\,.\,2}{4\pi kd} = 2\varepsilon C_o$

$$C_2 = \frac{\varepsilon S}{4\pi k(d-d')} = \frac{2S}{4\pi kd} = 2C_o$$

Từ đó: $C = \dfrac{2\varepsilon C_o\,.\,2C_o}{2C_o(\varepsilon + 1)} = \dfrac{2\varepsilon C_o}{\varepsilon + 1} = 66pF$



c. Khi đặt tấm kim loại. Do hưởng ứng điện nên tụ lúc này có điện dung:

$$C = \frac{S}{4\pi k(d - d')} = \frac{2S}{4\pi kd} = 2C_o = 88pF$$

Trong cả hai trường hợp, điện dung của tụ không phụ thuộc vị trí đặt bản kim loại hoặc điện môi. Thật vậy:

* Khi lớp điện môi cách bản thứ nhất một đoạn d_1, cách bản thứ hai một đoạn d_2, ta có:

$$\frac{1}{C} = \frac{4\pi kd_1}{S} + \frac{4\pi kd'}{\varepsilon S} + \frac{4\pi kd_2}{S} = \frac{4\pi k[\varepsilon(d_1 + d_2) + d']}{\varepsilon S}$$

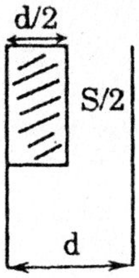
$$\frac{1}{C} = \frac{4\pi k(\varepsilon + 1)d}{2\varepsilon S} \Rightarrow C = \frac{2\varepsilon S}{4\pi k(\varepsilon + 1)d} = \frac{2\varepsilon C_o}{\varepsilon + 1}$$

* Trường hợp bản kim loại, hoàn toàn tương tự:

$$\frac{1}{C} = \frac{4\pi kd_1}{S} + \frac{4\pi kd_2}{S} = \frac{4\pi k(d_1 + d_2)}{S} = \frac{4\pi kd}{2S}$$

$$\Rightarrow C = \frac{2S}{4\pi kd} = 2C_o$$

Bài 27: **Một tụ điện phẳng với điện môi là không khí, có hai bản cách nhau là d, mỗi bản có diện tích là S. Người ta đưa vào một lớp điện môi có diện tích $\frac{S}{2}$, có bề dày $\frac{d}{2}$ và có hằng số điện môi ε = 4 (như hình).**

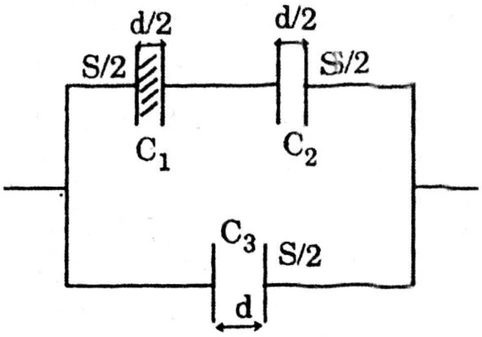


Điện dung của tụ điện tăng hay giảm đi bao nhiêu lần so với khi chưa có điện môi.

GIẢI

Gọi C_o là điện dung của tụ phẳng không khí lúc đầu:

$$C_o = \frac{S}{4\pi kd}$$



Hệ thống sau khi có đặt điện môi xem như các tụ ghép như sơ đồ. Gọi C_1, C_2, C_3 là điện dung của các tụ tương ứng, ta có:

$$C_1 = \frac{\varepsilon . S/2}{4\pi kd/2} = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd} = \varepsilon C_o$$

$$C_2 = \frac{S/2}{4\pi k\frac{d}{2}} = \frac{S}{4\pi kd} = C_o$$

$$C_3 = \frac{S/2}{4\pi kd} = \frac{S}{2 . 4\pi kd} = \frac{C_o}{2}$$

Điện dung của bộ tụ lúc này:

$$C = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2} + C_3 = \frac{\varepsilon C_o}{\varepsilon + 1} + \frac{C_o}{2} = \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} + \frac{1}{2}\right)C_o$$

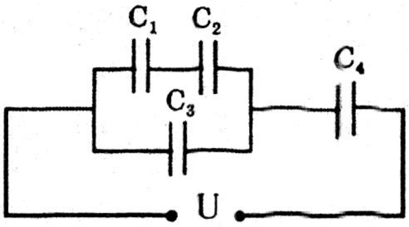
Từ đó: $\frac{C}{C_o} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 1} + \frac{1}{2} = \frac{3\varepsilon + 1}{2(\varepsilon + 1)} = 1,3$ lần

Vậy điện dung tụ tăng lên 1,3 lần

Bài 28: **Cho bộ tụ như hình vẽ.**

Biết $C_1 = C_2 = 6\mu F$; $C_3 = C_4 = 3\mu F$; $U = 12V$.

Hãy tính điện dung bộ tụ, điện tích và hiệu điện thế trên mỗi tụ.



GIẢI

– Bộ tụ được ghép: C : [(C_1 nt C_2) // C_3] nt C_4.

$$C_{12} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = 3\mu F \quad ; \quad C_{123} = C_{12} + C_3 = 6\mu F$$

$$C = \frac{C_{123} . C_4}{C_{123} + C_4} = 2\mu F$$

– Điện tích trên bộ tụ là điện tích trên tụ C_4:

$$Q = Q_4 = C.U = 24\mu C \quad \Rightarrow \quad U_4 = \frac{Q_4}{C_4} = 8V$$

Suy ra: $U_3 = U - U_4 = 4V \quad \Rightarrow \quad Q_3 = C_3.U_3 = 12\mu C$

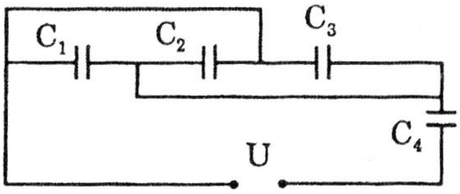
Từ đó $Q_1 = Q_2 = Q_4 - Q_3 = 12\mu C$

(Dễ thấy $Q_{12} = Q_3$ do $C_{12} = C_3$)

Cuối cùng: $U_1 = U_2 = \dfrac{Q_1}{C_1} = 2V\left(U_1 = U_2 = \dfrac{U}{2}\right)$

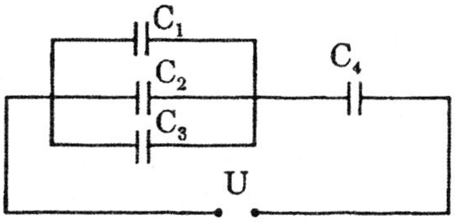
Bài 29: **Tính điện dung của bộ tụ, điện tích mỗi tụ.**

Biết: $C_1 = 2\mu F$; $C_2 = 4\mu F$; $C_3 = C_4 = 6\mu F$; $U = 20V$



GIẢI

Ta vẽ lại sơ đồ như hình vẽ.



- Điện dung của bộ tụ:

$$C = \frac{C_{123} . C_4}{C_{123} + C_4}$$

Với: $C_{123} = C_1 + C_2 + C_3 = 12\mu F$

$$\Rightarrow \quad C = \frac{12 . 6}{12 + 6} = 4\mu F$$

- Điện tích trên tụ C_4 là điện tích cả bộ:

$$Q_4 = Q = C.U = 80\mu C$$

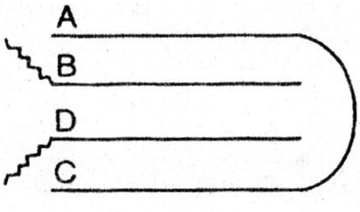
$$\Rightarrow \quad U_4 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{40}{3}V$$

Từ đó: $U_1 = U_2 = U_3 = U - U_4 = \dfrac{20}{3}V$

$$\Rightarrow \quad Q_1 = C_1.U_1 = \frac{40}{3}\mu C; \ Q_2 = C_2.U_2 = \frac{80}{3}\mu C$$

$$Q_3 = C_3.U_3 = 40\mu C$$

Bài 30: **Bốn tấm kim loại phẳng giống nhau, đặt song song cách đều nhau như hình. Nối A, C với nhau rồi nối B, D với nguồn U = 12V. Sau đó ngắt nguồn. Tìm hiệu điện thế giữa B, D nếu sau đó:**

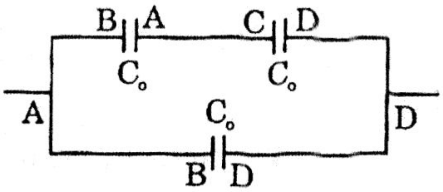


a. Nối A với B bằng dây dẫn.

b. Không nối A, B nhưng lấp đầy khoảng giữa B, D bằng điện môi có ε = 4.

GIẢI

Hệ thống 4 bản kim loại trên tương đương mạch tụ như hình vẽ. Điện dung của mỗi tụ là C_o, điện dung của bộ tụ là:

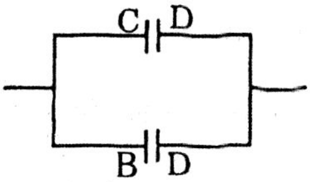


$$C = C_o + \frac{C_o}{2} + \frac{3}{2}C_o$$

và điện tích của cả bộ tụ:

$$Q_o = \frac{3}{2}C_o.U$$

a. Khi nối A, B bằng dây dẫn, có sự phân bố lại điện tích và mạch tụ bây giờ như hình. Theo định luật bảo toàn điện tích ta có:



$$Q = 2C_o.U_1 = \frac{3}{2}C_o.U$$

$$\Rightarrow \quad U_1 = \frac{3}{4}U = 9V$$

b. Khi lấp đầy B, D bằng điện môi, điện dung cả bộ lúc này:

$$C_2 = \frac{C_o}{2} + \varepsilon C_o = \frac{C_o}{2}(1 + 2\varepsilon)$$

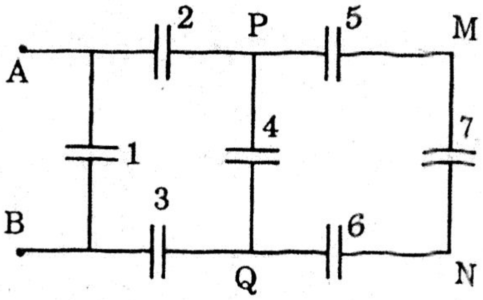
Tương tự, ta có:

$$\frac{C_o}{2}(1 + 2\varepsilon)U_2 = \frac{3}{2}C_oU \quad \Rightarrow \quad U_2 = \frac{3}{1+2\varepsilon}.U = 4V$$

Bài 31: **Cho bộ tụ được mắc như hình. Biết các tụ có điện dung bằng nhau.**

a. Cho $U_{AB} = 88V$, tính U_{MN}, U_{PQ}.

b. Biết $U_{MN} = 5{,}5V$, tính U_{AB}, U_{PQ}.

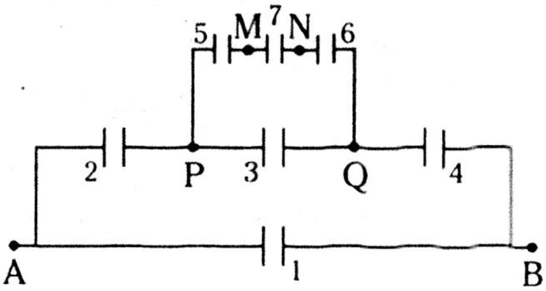


GIẢI

Gọi C_o là điện dung mỗi tụ.

$$C_{PQ} = C_o + \frac{C_o}{3} = \frac{4}{3}C_o$$

a. Xét đoạn APQB có:



$$C = \frac{\frac{C_o}{2}.\frac{4}{3}C_o}{\frac{C_o}{2} + \frac{4}{3}C_o} = \frac{4}{11}C_o$$

Điện tích trên tụ C_2 và C_3:

$$Q_2 = Q_3 = C.U_{AB} = \frac{4}{11}.C_o.U_{AB}$$

$$\Rightarrow \quad U_{PQ} = \frac{Q_2}{C_{PQ}} = \frac{3}{11}U_{AB} = 24V$$

Từ đó: $U_{MN} = \dfrac{U_{PQ}}{3} = \dfrac{1}{11}U_{AB} = 8V$

b. Tương tự: $U_{AB} = 11.U_{MN} = 60{,}5V$

và $U_{PQ} = 3.U_{MN} = 16{,}5V$

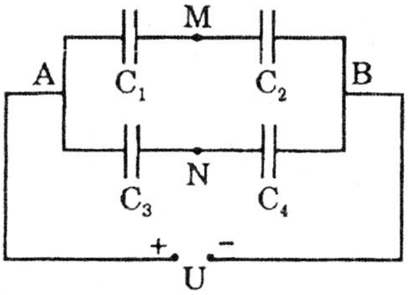
Bài 32: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

Biết $C_1 = 1\mu F$; $C_2 = 3\mu F$; $C_3 = 2\mu F$; $U = 12V$.

Tính U_{MN} khi:

a. $C_4 = 6\mu F$

b. $C_4 = 2\mu F$



GIẢI

a. Ta có: $C_{12} = \dfrac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{3}{4}\mu F$

$$C_{34} = \frac{C_3C_4}{C_3 + C_4} = \frac{3}{2}\mu F$$

Từ đó: $Q_1 = Q_2 = C_{12}.U = 9\mu C$

$$Q_3 = Q_4 = C_{34}.U = 18\mu C$$

và $U_1 = U_{AM} = \dfrac{Q_1}{C_1} = 9V$

$$U_3 = U_{AN} = \frac{Q_3}{C_3} = 9V$$

Cuối cùng: $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN} = -U_{AM} + U_{AN} = 0$

* Để $U_{MN} = 0$ ta phải có:

$$\begin{cases} U_{AM} = U_{AN} \\ \text{và } U_{MB} = U_{NB} \end{cases} \quad \text{hay} \quad \begin{cases} \dfrac{Q_1}{C_1} = \dfrac{Q_3}{C_3} \\ \dfrac{Q_2}{C_2} = \dfrac{Q_4}{C_4} \end{cases}$$

mà $Q_1 = Q_2$ và $Q_3 = Q_4$ nên: $\dfrac{C_1}{C_2} = \dfrac{C_3}{C_4}$ hay $\dfrac{C_1}{C_3} = \dfrac{C_2}{C_4}$

b. Tương tự:

$$C_{12} = \frac{3}{4}\mu F;\ C_{34} = \frac{C_3C_4}{C_3 + C_4} = 1\mu F$$

$$\Rightarrow \quad Q_1 = Q_2 = C_{12}.U = 9\mu C;\ Q_3 = Q_4 = 12\mu C$$

$$\Rightarrow \quad U_{AM} = \frac{Q_1}{C_1} = 9V;\ U_{AN} = \frac{Q_3}{C_3} = 6V$$

Từ đó $\quad U_{MN} = U_{AN} - U_{AM} = 6 - 9 = -3V$

Bài 33: **Có một số tụ giống nhau, mỗi tụ có điện dung $C_o = 2\mu F$. Hãy tìm số tụ tối thiểu và cách mắc để điện dung của bộ tụ là:**

a. 3,2μF **b. 1,2μF**

GIẢI

a. • Do $C = 3{,}2\mu F > C_o$ nên C: C_o // C_1.

với $C_1 = C - C_o = 1{,}2\mu F$

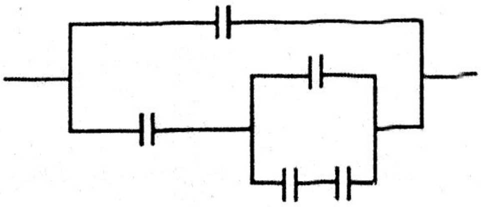
• Do $C_1 < C_o$ nên C_1: C_o nt C_2

Với $\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_o} = \frac{1}{1{,}2} - \frac{1}{2} = \frac{0{,}8}{2{,}4} \quad \Rightarrow \quad C_2 = 3\mu F$

• Do $C_2 > C_o$ nên C_2: C_o // C_3 với $C_3 = C_2 - C_o = 1\mu F$

• Do $C_3 < C_o$ nên C_3: C_o nt C_4 với:

$$\frac{1}{C_4} = \frac{1}{C_3} - \frac{1}{C_o} = \frac{1}{1} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

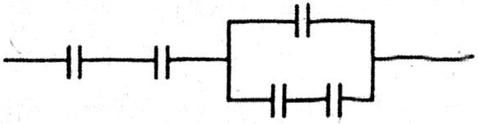


(h.a)

$\Rightarrow C_4 = 2\mu F$ và mạch tụ như hình a.

b. Do $C < C_o$ nên C: C_o nt C_1

với: $\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C} - \frac{1}{C_o} = \frac{1}{1{,}2} - \frac{1}{2} = \frac{0{,}8}{2{,}4}$



(h.b)

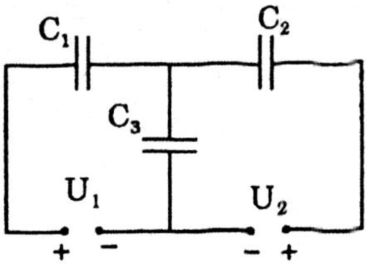
$\Rightarrow C_1 = 3\mu F$ (giống với C_2 của câu a)

Từ đó, mạch tụ như hình b.

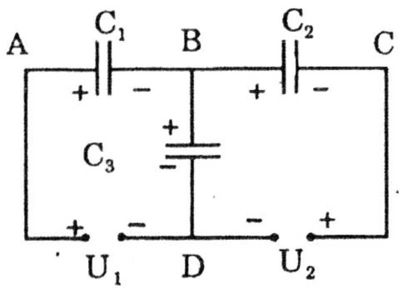
Bài 34: **Cho mạch tụ như hình vẽ.**

Biết $C_1 = 2\mu F$; $C_2 = 10\mu F$, $C_3 = 5\mu F$; $U_1 = 18V$; $U_2 = 10V$.

Tính điện tích và hiệu điện thế trên mỗi tụ.



GIẢI



Giả sử các tụ tích điện Q_1, Q_2, Q_3 với các bản điện tích như hình vẽ.

Ta có: $U_1 = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_3}{C_3}$; $U_2 = -\frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3}$

Và định luật bảo toàn điện tích tại B:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

Ta có hệ phương trình:

$$\frac{Q_2}{2} + \frac{Q_3}{5} = 18 \qquad (1)$$

$$-\frac{Q_2}{10} + \frac{Q_3}{5} = 10 \qquad (2)$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \qquad (3)$$

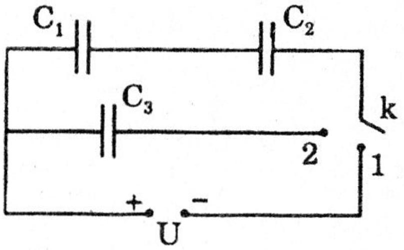
Giải hệ phương trình ta được:

$$Q_1 = 20\mu C;\ Q_2 = -20\mu C;\ Q_3 = 40\mu C$$

Vậy tụ C_2 được tích điện có dấu ngược lại.

Từ đó: $U_1 = 10V;\ U_2 = 2V;\ U_3 = 8V$

Bài 35 **Cho mạch điện như hình.**



Biết $C_1 = 2\mu F$; $C_2 = 6\mu F$; $C_3 = 4\mu F$; U = 20V. Ban đầu khóa k ở 1

a. Tìm điện tích và hiệu điện thế trên các tụ.

b. k chuyển sang vị trí 2. Tìm điện tích và hiệu điện thế trên các tụ lúc này.

GIẢI

a. *Khóa k ở 1:* Tụ C_3, không tích điện.

Ta có: $C_{12} = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2} = 1,5\mu F$

Điện tích trên tụ C_1 và C_2:

$$Q_1 = Q_2 = C_{12}.U = 30\mu C$$

Và hiệu điện thế:

$$U_1 = \frac{Q_1}{C_1} = 15V;\ U_2 = \frac{Q_2}{C_2} = 5V$$

b. *Khóa k ở 2:* Điện tích phân bố lại như hình vẽ. Ta có:

$$\frac{Q'_1}{C_1} + \frac{Q'_2}{C_2} = \frac{Q'_3}{C_3}$$

hay: $$Q'_1 + \frac{Q'_2}{3} = \frac{Q'_3}{2} \qquad (1)$$

Bảo toàn điện tích tại M:

$$Q'_2 - Q'_1 = Q_2 - Q_1 = 0$$

hay $$Q'_1 = Q'_2 \qquad (2)$$

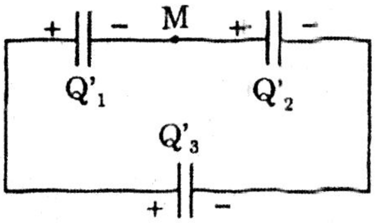
Bảo toàn điện tích tại N:

$$Q'_1 + Q'_3 = Q_1 = 30 \qquad (3)$$

Giải hệ phương trình trên ta được:

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{720}{88} \approx 8{,}18\mu C$$

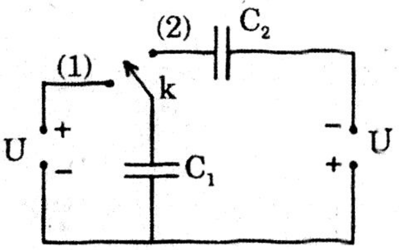
$$Q'_3 = \frac{240}{11} \approx 21{,}81\mu C$$



Và $$U'_3 = \frac{Q'_3}{C_3} = 5{,}45V \;;\quad U'_1 = \frac{Q'_1}{C_1} = 4{,}09V \;;\quad U'_2 = \frac{Q'_2}{C_2} = 1{,}36V$$

Bài 36: **Cho mạch tụ như hình vẽ.**

Biết $C_1 = 0{,}5\mu F$; $C_2 = 1\mu F$; $U_1 = 5V$, $U_2 = 40V$. Ban đầu k mở, các tụ chưa tích điện.



a. Đóng k vào (1), tính điện tích mỗi tụ.

b. Chuyển k sang (2), tính điện tích và hiệu điện thế mỗi tụ. Ngay sau khi k đóng vào (2), điện lượng chuyển qua k bằng bao nhiêu? Theo chiều nào?

GIẢI

a. Khóa k ở 1, tụ C_1 tích điện tích Q_1:

$$Q_1 = C_1U_1 = 2{,}5\mu C$$

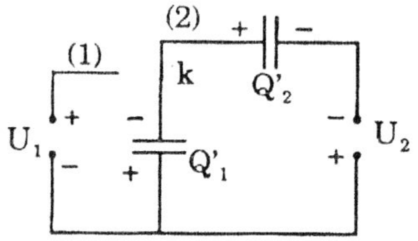
(Tụ C_2 không tích điện)

b. Khóa k ở (2), tụ C_1 và C_2 tích các điện tích là Q'_1, Q'_2 sao cho:

$$\frac{Q'_1}{C_1} + \frac{Q'_2}{C_2} = U_2 \quad \text{hay} \quad 2Q'_1 + Q'_2 = 40 \qquad (1)$$

Mặt khác, theo định luật bảo toàn điện tích tại k, ta có:

$$Q'_2 - Q'_1 = Q_1 = 2{,}5 \qquad (2)$$



Giải hệ (1), (2) ta suy ra:

$$Q'_1 = 12{,}5\mu C; \quad Q'_2 = 15\mu C$$

Và $$U'_1 = \frac{Q'_1}{C_1} = 25V; \quad U'_2 = \frac{Q'_2}{C_2} = 15V$$

Điện tích tại k trước khi k ở (2):

$$Q = Q_1 = 2{,}5\mu C$$

Điện tích tại K sau khi K ở (2):

$$Q' = -Q'_1 = -12{,}5\mu C$$

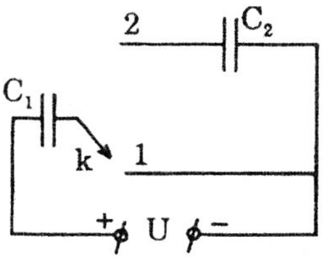
Vậy điện lượng qua k: $\Delta Q = Q' - Q = -15\mu C$. Electron di chuyển từ k vào bản tụ C_1.

(Thật ra dễ thấy $\Delta Q = 15\mu C$ khi xét bản tụ C_2).

Bài 37: **Cho mạch tụ như hình vẽ. Biết $C_1 = 1\mu F$; $C_2 = 3\mu F$; $U = 24V$. Tính hiệu điện thế mỗi tụ khi:**

a. Ban đầu k ở 1 sau đó chuyển sang 2.

b. Ban đầu k ở 2 sau đó chuyển sang 1 rồi lại chuyển về 2.



GIẢI

a. k ở , tụ C_1 tích điện tích $Q_1 = C_1.U = 24\mu C$

Khi chuyển sang 2, tụ tích điện tương ứng Q'_1 và Q'_2 sao cho:

$$\frac{Q'_1}{C_1} + \frac{Q'_2}{C_2} = U \quad \text{hay} \quad \frac{Q'_1}{1} + \frac{Q'_2}{3} = 24 \qquad (1)$$

Mặt khác: $Q'_2 - Q'_1 = -Q_1 = -24$ (2)

Giải hệ (1), (2) ta suy ra: $Q'_1 = 24\mu C$; $Q'_2 = 0$

Vậy tụ C_2 không tích điện, do đó: $U'_1 = 24V$; $U'_2 = 0$

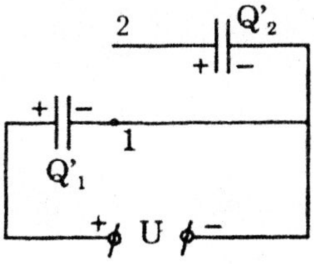
b. Ban đầu k ở 2, hai tụ tích điện:

$$Q_1 = Q_2 = C_{12}.U = \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}.U = 18\mu C$$

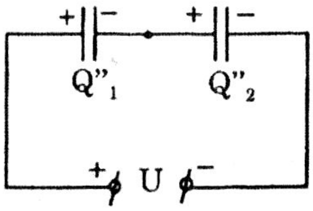
- Sau đó k chuyển sang 1, tụ C_1 được tích điện đến đện tích

  $$Q'_1 = C_1.U = 24\mu C$$

  Tụ C_2 vẫn có điện tích $Q'_2 = Q_2 = 18\mu C$



- Sau đó k chuyển sang 2. Lúc này điện tích phân bố lại sao cho:



$$U''_1 + U''_2 = U = 24 \qquad (3)$$

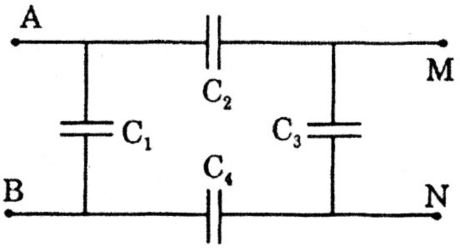
Và theo định luật bảo toàn điện tích:

$$Q''_2 - Q''_1 = Q'_2 - Q'_1$$

hay $\quad 3U''_2 - U''_1 = -6 \qquad (4)$

Giải hệ (1), (2) ta được: $U''_1 = 19{,}5V$; $U''_2 = 4{,}5V$

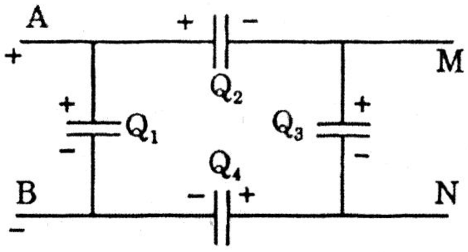
Bài 38: **Bốn tụ: $C_1 = C_3 = 2C_o$, $C_2 = C_4 = C_o$. Ban đầu mắc A, B vào hiệu điện thế U = 60V (hình). Tính U_{MN}. Sau đó ngắt A, B ra khỏi nguồn rồi nối hai điểm M, N vào nguồn trên sao cho $U_M > U_N$. Tính U'_{AB}.**



GIẢI

* Ban đầu, các tụ tích điện: $Q_1 = C_1.U = 120C_o$

$$\frac{1}{C_{234}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} = \frac{5}{2C_o}$$

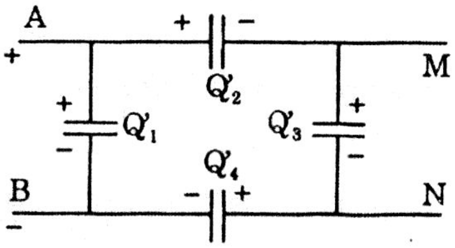


$$\Rightarrow \quad C_{234} = \frac{2}{5}C_o$$

Và $\quad Q_2 = Q_3 = Q_4 = C_{234}.U = 24C_o$

Từ đó $\quad U_{MN} = \dfrac{Q_3}{C_3} = 12V$

* Khi ngắt bộ tụ ra khỏi nguồn, điện tích vẫn giữ nguyên. Sau đó, mắc M, N với nguồn thì các tụ tích điện như hình.



Định luật bảo toàn điện tích tại A, B cho ta:

$$Q'_1 - Q'_2 = Q_1 + Q_2 = 144C_o \qquad (1)$$

$$Q'_4 - Q'_1 = -(Q_4 + Q_1) = -144C_o \qquad (2)$$

Và: $\quad \dfrac{Q'_2}{C_o} + \dfrac{Q'_1}{2C_o} + \dfrac{Q'_4}{C_o} = 60$

Hay: $\quad Q'_2 + \dfrac{Q'_1}{2} + Q'_4 = 60C_o \qquad (3)$

(1) + (2) $\Rightarrow Q'_4 - Q'_2 = 0$ hay $Q'_4 = Q'_2$

$$\left.\begin{array}{l}(3) \rightarrow \dfrac{Q'_1}{2} + 2Q'_4 = 60 \,.\, C_o \\ (2) \rightarrow Q'_4 - Q'_1 = -144 \,.\, C_o\end{array}\right\} \Rightarrow \quad Q'_1 = 139{,}2C_o$$

Từ đó: $U'_{AB} = \dfrac{Q'_1}{C_1} = 69{,}6V$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

Bài 1: Cho hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-8}$ C và $q_2 = -4.10^{-8}$ C đặt cách nhau 6cm trong chân không.

a. Tìm lực tương tác giữa hai điện tích?

b. Tìm khoảng cách giữa hai điện tích để lực tương tác giữa chúng là $F = 4.10^{-3}$N?

ĐS: a. $F = 10^{-3}N$ b. 3cm

Bài 2: Hai điện tích đặt cách nhau $R_1 = 3{,}6$cm trong không khí. Hỏi khi đặt trong nước nguyên chất ($\varepsilon = 81$) để lực tương tác giữa hai điện tích vẫn không đổi, ta phải đặt chúng cách nhau bao nhiêu?

ĐS: $R_2 = 0{,}4cm$

Bài 3: Hai điện tích điểm bằng nhau, đặt trong chân không, cách nhau một khoảng $r_1 = 2$cm. Lực đẩy giữa chúng là $F_1 = 1{,}6.10^{-4}$N.

a. Tìm độ lớn của các điện tích đó.

b. Khoảng cách r_2 giữa chúng là bao nhiêu để lực tác dụng là $F_2 = 2{,}5.10^{-4}$N.

ĐS: a. $|q| = 2{,}67.10^{-9}C$ b. $r_2 = 1{,}6cm$

Bài 4: Hai quả cầu nhỏ giống nhau, mang điện tích q_1, q_2 đặt trong không khí cách nhau r = 20cm thì hút nhau một lực $F_1 = 9.10^{-7}$N. Đặt vào giữa hai quả một tấm thủy tinh dày d = 10cm có hằng số điện môi $\varepsilon = 4$.

Tính lực hút giữa hai quả cầu lúc này.

ĐS: $4.10^{-7}N$

Bài 5: Có hai giọt nước giống nhau, mỗi giọt thừa 1 electron. Cho rằng giọt nước hình cầu và biết rằng lực đẩy Cu-lông cân bằng với lực hấp dẫn giữa chúng. Tính bán kính R của mỗi giọt nước.

ĐS: $R = 7{,}64.10^{-5}m$

Bài 6: Hai quả cầu có cùng khối lượng m = 10g, tích điện q và treo vào hai dây mảnh, dài l = 30cm vào cùng một điểm. Một quả cầu được giữ cố định tại vị trí cân bằng (vị trí dây treo thẳng đứng), dây treo quả cầu còn lại lệch một góc $\alpha = 60^o$ so với phương thẳng đứng. Xác định điện tích q. Cho g = 10m/s^2.

ĐS: $q = 10^{-6}C$

Bài 7: Hai hạt mang điện tích bằng nhau chuyển động không ma sát dọc theo trục Ox trong không khí. Khi hai hạt này cách nhau r = 3cm thì gia tốc của hạt thứ nhất là $a_1 = 4.10^3$ m/s^2, của hạt thứ hai là $a_2 = 8.10^3$ m/s^2. Khối lượng của hạt thứ nhất là m_1 = 1,6. Hãy tìm

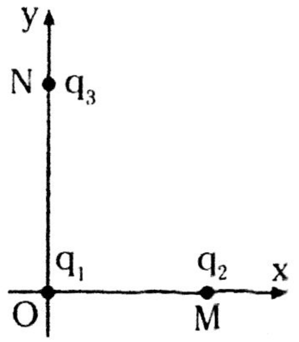
a. Điện tích của mỗi hạt.

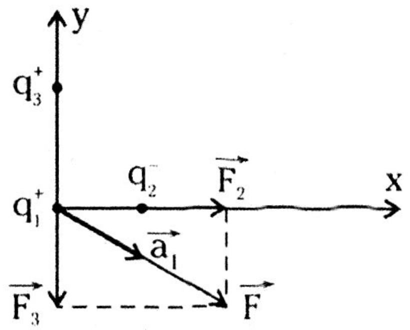
b. Khối lượng của hạt thứ hai.

ĐS: a. $q = 8.10^{-7}C$ *b.* $m_2 = 0{,}8g$

Bài 8: Trong mặt phẳng xOy có ba điện tích điểm (hình): Điện tích $q_1 = +4\mu C$ được giữ tại gốc tọa độ O; điện tích $q_2 = -3\mu C$ đặt cố định tại M trên trục Ox, $\overline{OM} = +5cm$; điện tích $q_3 = +6\ \mu C$ đặt cố định tại N trên trục Oy, $\overline{ON} = +10cm$. Bỏ lực giữ để điện tích q_1 chuyển động. Hỏi ngay sau khi được giải phóng thì điện tích q_1 có gia tốc bao nhiêu? Vẽ vectơ gia tốc của q_1 lúc đó. Cho biết hạt mang điện tích q_1 có khối lượng $m_1 = \sqrt{5}$g.

ĐS: $$a_1 = \frac{k|q_1 . q_3|}{m_1 . (ON)^2}\sqrt{5} = 21{,}6.10^3\ m/s^2$$





Bài 9: Có bốn quả cầu kim loại, kích thước giống nhau. Các quả cầu mang các điện tích: $+2{,}4\mu C$; $-264.10^{-7}C$; $-6{,}0\mu C$; $+3{,}6.10^{-5}C$. Cho bốn quả cầu đồng thời tiếp xúc với nhau, sau đó lại tách chúng ra. Hỏi điện tích mỗi quả cầu?

ĐS: $1{,}5\mu C$

Bài 10: Cho ba điện tích cùng độ lớn q đặt ở ba đỉnh của một tam giác đều cạnh a trong không khí. Xác định lực tác dụng của hai điện tích lên điện tích thứ ba. Biết có một điện tích trái dấu với hai điện tích kia.

ĐS: • *Lực tác dụng lên điện tích trái dấu:*

$F = \frac{kq^2}{a^2}\sqrt{3}$; $\vec{F}$ *vuông góc đường thẳng qua 2 điện tích kia.*

• *Lực tác dụng lên điện tích cùng dấu:*

$F = \frac{kq^2}{a^2}$; $\vec{F}$ *song song đường thẳng qua 2 điện tích kia.*

Bài 11: Cho hai điện tích dương không cố định $q_1 = 9.10^{-6}C$; $q_2 = 36.10^{-6}C$ đặt cách nhau một đoạn a = 12cm trong không khí. Người ta đặt thêm một điện tích q_o để hệ ba điện tích cân bằng. Xác định độ lớn và vị trí của q_o.

ĐS: q_o *giữa 2 điện tích, cách* q_1 *4cm,* $|q_o| = 4.10^{-6}C$

Bài 12: Bốn điện tích cùng loại có độ lớn q đặt tại 4 đỉnh của một hình vuông cạnh a trong không khí.

Xác định lực tác dụng của ba điện tích trên lên tích thứ tư.

ĐS: $\frac{kq^2}{a^2}\left(\frac{1}{2} + \sqrt{2}\right)$

Bài 13: Giải lại bài 12 trong trường hợp hai điện tích dương, hai điện tích âm nằm xen kẽ nhau.

ĐS: $\frac{kq^2}{a^2}\left(\sqrt{2} - \frac{1}{2}\right)$

Bài 14: Trong bài 12 phải đặt điện tích q_o ở đâu để hệ 5 điện tích cân bằng.

ĐS: $q_o = -\left(\frac{1}{4} + \frac{\sqrt{2}}{2}\right)q$ *đặt tại tâm hình vuông.*

Bài 15: Tại ba đỉnh của tam giác đều cạnh a đặt ba điện tích dương q. Phải đặt điện tích q_o ở đâu, bằng bao nhiêu để hệ có 4 điện tích nằm cân bằng.

ĐS: $q_o = -\frac{q}{\sqrt{3}}$ *đặt tại tâm tam giác.*

Bài 16: Cho ba quả cầu nhỏ giống nhau, cùng khối lượng m, cùng điện tích, được treo vào 3 sợi dây cùng độ dài *l* vào cùng một điểm. Khi cân bằng, 3 quả cầu và điểm treo tạo thành một tứ diện đều. Xác định điện tích mỗi quả cầu.

ĐS: $|q| = l\sqrt{\frac{mg}{k.\sqrt{6}}}$

Bài 17: Hai quả cầu nhỏ giống nhau, có cùng khối lượng m được treo tại cùng một điểm bằng hai sợi dây mảnh dài l.

a. Truyền cho hai quả cầu một điện tích q thì thấy hai quả cầu tách xa nhau một đoạn a. Xác định a theo q, l, m, biết rằng góc lệch giữa dây và phương thẳng đứng rất bé.

b. Do một nguyên nhân nào đó, một trong hai quả cầu mất điện tích. Khi đó hiện tượng xảy ra thế nào? Tìm khoảng cách mới giữa hai quả cầu.

ĐS: *a.* $a^3 = \dfrac{kq^2 l}{2mg}$ *b.* $b^3 = \dfrac{a^3}{4}$

Bài 18: Cho ba điện tích q = 10^{-6}C đặt tại ba đỉnh của tam giác đều cạnh a = 5cm.

a. Tính lực tác dụng lên mỗi điện tích.

b. Nếu ba điện tích đó không được giữ cố định thì phải đặt thêm điện tích q_o có dấu và độ lớn như thế nào và đặt ở đâu để hệ 4 điện tích nằm cân bằng.

ĐS: *a.* $F \approx 6{,}23N$ *b.* $q_o = -5{,}77.10^{-7}C$; *đặt ở tâm tam giác*

Bài 19: Trong nguyên tử hiđro, electron chuyển động tròn đều quanh hạt nhân theo quỹ đạo có kính r = 5.10^{-9}cm.

a. Xác định lực hút tĩnh điện giữa hạt nhân và electron.

b. Xác định vận tốc góc của electron (tính ra vòng/s).

ĐS: *a.* $F = 9{,}2.10^{-8}N$ *b.* $\omega = 7{,}4.10^{15}$ *vòng/s*

Bài 20: Một điện tích điểm Q = 10^{-6}C đặt trong không khí.

a. Xác định cường độ điện trường tại điểm cách điện tính 30cm.

b. Đặt điện tích trong chất lỏng có bằng số điện môi ε = 16. Điểm có cường độ điện trường như câu a cách điện tích bao nhiêu?

ĐS: *a.* $E = 10^5$ *V/m* *b.* $\upsilon = 7{,}5cm$

Bài 21: Một điện tích điểm q = 10^{-7}C đặt trong điện trường của một điện tích điểm Q, chịu tác dụng lực F = 3.10^{-3}N. Tính cường độ điện trường E tại điểm đặt điện tích q và tìm độ lớn của điện tích Q? Biết rằng hai điện tích đặt cách nhau một đoạn r = 30cm trong chân không.

ĐS: $E = 3.10^4$ *V/m*; $|Q| = 3.10^{-7}C$

Bài 22: Cho 2 điện tích điểm q_1 = 9.10^{-7}C và q_2 = -18.10^{-7}C đặt cố định tại A và B trong không khí, biết AB = 10cm. Xác định cường độ điện trường tại M sao cho ABM là tam giác cân tại M với BM = 20cm?

ĐS: $E \approx 24{,}7.10^3$ *V/m*

Bài 23: Hai điện tích điểm $q_1 = 4\mu C$ đặt tại A và $q_2 = 5\mu C$ đặt tại B trong chân không cách nhau đoạn AB = 20cm.

a. Tính độ lớn lực tương tác giữa q_1 và q_2.

b. Xác định cường độ điện trường tổng hợp do q_1 và q_2 gây ra tại C với CA = 50cm và CB = 30cm

ĐS: a. $F = 4{,}5N$ *b.* $E = 6{,}44.10^5$ V/m

Bài 24: Hai điện tích điểm dương q_1 đặt tại A và $q_2 = 4q_1$ đặt tại B trong chân không. Người ta thấy rằng tại điểm C nằm trên đoạn AB và cách A một đoạn 8cm thì cường độ điện trường tổng hợp bằng không.

a. Tính khoảng cách AB.

b. Biết cường độ điện trường tổng hợp tại trung điểm O của AB là 135.10^5 V/m. Tính q_1 và q_2.

ĐS: a. AB = 24cm *b.* $q_1 = 7{,}2\mu C$; $q_2 = 28{,}8\mu C$

Bài 25: Hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-8}C$ và $q_2 = 2.10^{-8}C$ đặt tại hai điểm A và B cách nhau một đoạn 20cm trong chân không.

a. Tính cường độ điện trường do hai điện tích này gây ra tại trung điểm O của AB.

b. Xác định vị trí điểm M mà tại đó cường độ điện trường tổng hợp bằng không.

ĐS: a. $E_o = 9.10^3$ V/m *b.* AM = 8,3cm;

M nằm giữa A và B

Bài 26: Một giọt chất lỏng tích điện có khối lượng 2.10^{-9} g nằm cân bằng trong điện trường đều có phương thẳng đứng, có $E = 1{,}25.10^5$ V/m. Tính điện tích của giọt chất lỏng và số electron thừa hoặc thiếu trong giọt chất lỏng đó. Lấy $g = 10\ m/s^2$.

ĐS: $|q| = 1{,}6.10^{-16}C$; *n = 1000 electron*

- *Nếu* $\vec{E}$ *hướng lên, giọt chất lỏng thiếu electron.*
- *Nếu để* $\vec{E}$ *hướng xuống, giọt chất lỏng thừa electron.*

Bài 27: Tại ba đỉnh A, B, C của hình vuông cạnh a trong chân không đặt ba điện tích dương q. Xác định cường độ điện trường:

a. Tại tâm O của hình vuông.

b. Tại đỉnh D.

ĐS: a. $E_o = \dfrac{2kq}{a^2}$ *b.* $E_D = \dfrac{kq}{a^2}(\sqrt{2} + \dfrac{1}{2})$

Bài 28: Tại các đỉnh A và C của một hình vuông ABCD có đặt các điện tích $q_1 = q_2 = q > 0$. Hỏi phải đặt tại đỉnh B một điện tích q_3 thế nào để cường độ điện trường tại đỉnh D bằng 0.

ĐS: $q_3 = -2\sqrt{2}q$

Bài 29: Một quả cầu khối lượng m = 0,1g treo vào dây mảnh, đặt trong điện trường đều có phương nằm ngang, có E = 1000V/m. Khi cân bằng, dây treo hợp với phương đứng một góc $\alpha = 45^o$. Tìm điện tích quả cầu.

ĐS: $q = 10^{-6}C$

Bài 30: Tại 6 đỉnh của một lục giác đều, cạnh a người ta đặt lần lượt các điện tích q, 2q, 3q, 4q, 5q, 6q,. Xác định cường độ điện trường tại tâm của lục giác.

ĐS: $E = \dfrac{6kq}{a^2}$

Bài 31: Một điện tích $q = 10^{-6}C$ thu được năng lượng $W = 2.10^{-4}J$ khi đi từ A đến B. Tính U_{AB}.

ĐS: $U_{AB} = 200V$

Bài 32: Một electron ở trong một điện trường đều thu gia tốc $a = 10^{12}$ m/s^2. Hãy tìm.

a. Độ lớn của cường độ điện trường.

b. Vận tốc của electron sau khi chuyển động được 1μs. Cho vận tốc ban đầu bằng 0.

c. Công của lực điện trường thực hiện được trong sự dịch chuyển đó.

d. Hiệu điện thế giữa điểm đầu và điểm cuối của đường đi trên.

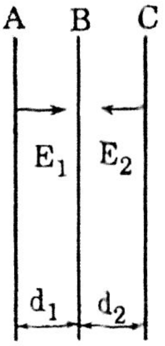
ĐS: ***a.*** $E = 5{,}6875$ V/m ***b.*** $\upsilon = 10^6$ m/s

c. $A = 4{,}55.10^{-19}J$ ***d.*** $U = -2{,}84V$

Bài 33: Ba điểm A, B, C tạo thành một tam giác vuông tại A có AC = 4cm, AB = 3cm nằm trong một điện trường đều có $\vec{E}$ song song với CA, hướng từ C đến A, biết $U_{CA} = 200V$, tìm E, U_{AB}.

ĐS: $E = 5.10^3$ V/m; $U_{AB} = 0$

Bài 34: Cho ba bản kim loại phẳng A, B, C đặt song song với nhau, tích điện đều, cách nhau các khoảng $d_1 = 2{,}5cm$; $d_2 = 4cm$. Biết điện trường giữa các bản là đều, có độ lớn $E_1 = 8.10^4$ V/m; $E_2 = 10^5$ V/m và có chiều như hình vẽ. Nối bản A với đất ($V_A = 0$), hãy tính các điện thế V_B, V_C của hai bản B, C.



ĐS: $V_B = -2000V$, $V_C = 2000V$

Bài 35: Cho hai điện tích điểm $q_1 = 10^{-8}C$; $q_2 = 4.10^{-8}C$ đặt cách nhau 12cm trong chân không. Tính điện thế của điện trường gây ra bởi hai điện tích trên tại điểm có cường độ điện trường bằng 0.

ĐS: *3375 V/m*

Bài 36: Cho ba điểm A, B, C nằm tại ba đỉnh của một tam giác đều cạnh a = 10cm, đặt trong điện trường đều E = 2000V/m có $\vec{E} \uparrow\uparrow \vec{BC}$.

a. Tính công của lực điện trường khi điện tích $q = -10^{-2}C$ di chuyển dọc theo các cạnh AB, BC, CA.

b. Tính công của lực điện trường khi q di chuyển hết một chu vi của tam giác ABC. Nhận xét kết quả.

ĐS: a. $A_{AB} = 1J$; $A_{BC} = -2J$; $A_{CA} = 1J$

b. $A = A_{AB} + A_{BC} + A_{CA} = 0$

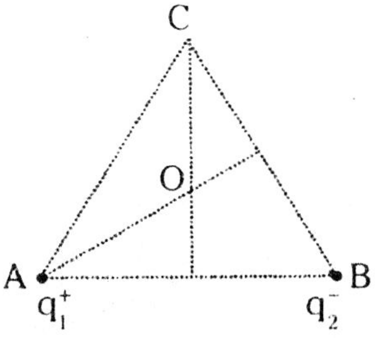
Bài 37: Tại A và B trong không khí đặt 2 điện tích điểm lần lượt là $q_1 = +4.10^{-9}C$ và $q_2 = -4.10^{-9}C$, cho AB = 4cm.

a. Xác định vectơ cường độ điện trường tại C, với C cách đều A, B là 4cm.

b. Tìm công của lực điện khi điện tích q_2 di chuyển từ B tới C rồi tới O (O là trọng tâm của tam giác ABC).

ĐS: a. $E = 2,25.10^4$ V/m

b. $A \approx 5,57.10^{-7}$J



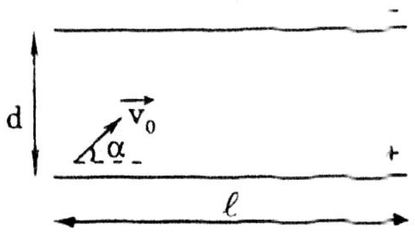
Bài 38: Một electron bay dọc theo đường sức của điện trường đều $\vec{E}$ với vận tốc $v_o = 10^6$m/s và đi được quãng đường d = 20cm thì dừng lại. Tìm độ lớn của cường độ điện trường E.

ĐS: $E = 14,2V/m$

Bài 39: Hai bản kim loại phẳng nằm ngang, song song và cách nhau d = 10cm. Hiệu điện thế giữa hai bản U = 100V. Một electron ban đầu có vận tốc $v_o = 5.10^6$m/s chuyển động dọc theo đường sức về phía bản âm. Electron chuyển động thế nào?

Cho biết điện trường giữa hai bản là đều và bỏ qua tác dụng của trọng trường.

ĐS: *Electron chuyển động chậm dần đều với gia tốc $a = 1,76.10^{14}m/s^2$, sẽ đi được quãng đường $s = 7,1cm$ thì dừng lại và chuyển động ngược lại nhanh dần đều với gia tốc có cùng độ lớn.*



Bài 40: Một electron bay vào khoảng không gian giữa hai bản kim loại tích điện trái với dấu với vận tốc $v_o = 2{,}5.10^7$m/s theo hướng hợp với bản tích điện dương một góc $\alpha = 15^o$. Độ dài mỗi bản l = 5cm, khoảng cách giữa hai bản d = 1cm. Tính hiệu điện thế giữa hai bản, biết rằng khi ra khỏi điện trường giữa hai bản tụ electron chuyển động theo hướng song song với hai bản.

ĐS: $U = 177V$

Bài 41: Tụ phẳng không khí có điện dung C = 1μF được tích điện đến hiệu điện thế U = 500V.

a. Tính điện tích Q của tụ.

b. Ngắt tụ khỏi nguồn, đưa hai bản tụ ra xa để khoảng cách tăng gấp đôi. Tính C_1, Q_1, U_1 của tụ.

c. Vẫn nối tụ với nguồn, đưa hai bản tụ ra như trên. Tính C_2, Q_2, U_2.

ĐS: $a.\ Q = 5.10^{-4}C$

$b.\ C_1 = 0{,}5\mu F,\ Q_1 = 5.10^{-4}C;\ U_1 = 1000V$

$c.\ C_2 = C_1;\ Q_2 = 2{,}5.10^{-4}C;\ U_2 = U = 500V$

Bài 42: Tụ điện phẳng gồm hai bản hình vuông cạnh a = 20cm, cách nhau d = 1mm, giữa hai bản là thủy tinh có ε = 6. Hiệu điện thế giữa hai bản là U = 50V.

Tính điện dung và điện tích của tụ điện.

ĐS: $C = \frac{20}{3\pi}nF;\ Q = \frac{1}{30}\mu C$

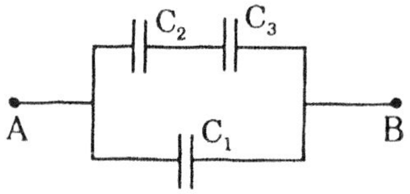
Bài 43: Hai tấm kim loại đặt song song với nhau xem như một tụ điện phẳng (ε = 1) có diện tích đối diện $S = 18\pi cm^2$ và khoảng cách giữa 2 bản là d thay đổi được, luôn được nối vào nguồn điện không đổi U = 1500V.

a. Khi d = 1mm, tìm điện dung và điện tích mà tụ điện tích được.

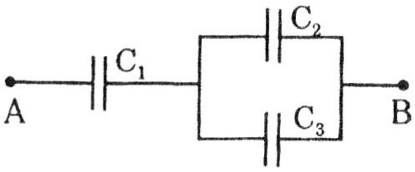
b. Cho khoảng cách d giữa 2 bản giảm dần, hỏi với giá trị nào của d thì có sự phóng điện giữa 2 bản. Biết điện trường giữa 2 bản xem như đều và điện trường giới hạn của không khí là 3.10^6 V/m.

ĐS: $a.\ C = 50pF;\ Q = 7{,}5.10^{-8}C$ $b.\ d \leq 0{,}5mm$

Bài 44: Cho các tụ điện: $C_1 = 10\mu F$; $C_2 = 6\mu F$, $C_3 = 4\mu F$ được mắc vào hiệu điện thế $U_{AB} = 24V$ như hình. Hãy tìm điện dung của bộ tụ, điện tích và hiệu điện thế trên mỗi tụ.



(h.a)

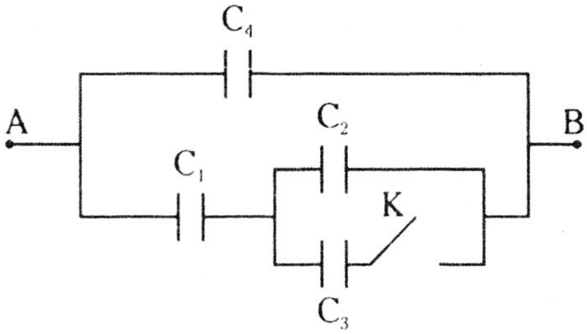


(h.b)

ĐS: • *(h.a):* $C = 12,4\mu F$; $Q_1 = 24.10^{-5}C$; $U_1 = U_{AB} = 24V$;
$Q_2 = Q_3 = 5,76.10^{-5}C$; $U_2 = 9,6V$; $U_3 = 14,4V$.

• *(h.b):* $C = 5\mu F$; $Q_1 = 12.10^{-5}C$; $U_1 = U_2 = U_3 = 12V$;
$Q_2 = 7,2.10^{-5}C$; $Q_3 = 4,8.10^{-5}C$

Bài 45: Cho mạch điện như hình vẽ:



$C_1 = C_4 = 2\mu F$; $C_2 = 3\mu F$;
$C_3 = 6\mu F$; $U_{AB} = 12V$

Tính điện tích của mỗi tụ điện trong mỗi trường hợp:

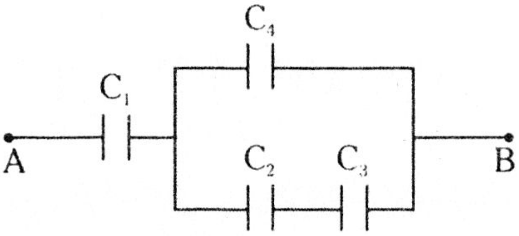
a. Khóa K mở.

b. Khóa K đóng và tụ C_1 bị đánh thủng.

ĐS: *a.* $q_1 = q_2 = 14,4\mu C$; $q_4 = 24\mu C$

b. $q_4 = 24\mu C$; $q_2 = 36\mu C$; $q_3 = 72\mu C$

Bài 46 Cho mạch điện như hình vẽ:



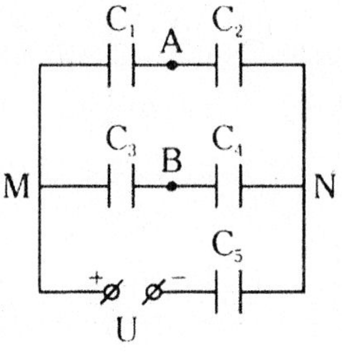
$C_1 = C_2 = 6\mu F$; $C_3 = 12\mu F$;
$C_4 = 8\mu F$; $q_2 = 16.10^{-6}C$

a. Tìm C_{AB}

b. Tìm U_{AB}

ĐS: *a.* $C_{AB} = 4\mu F$ *b.* $U_{AB} = 12V$

Bài 47 Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $C_1 = 3\mu F$; $C_2 = 6\mu F$; $C_3 = C_4 = 4\mu F$; $C_5 = 12\mu F$.

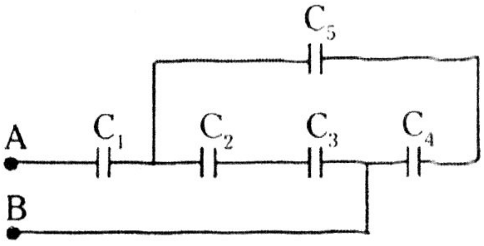


a. Tính điện dung tương đương C_b của bộ tụ.

b. Cho U = 40V; mắc vào giữa A và B một volt kế. Tìm số chỉ volt kế và cho biết cực dương của volt kế nối với điểm nào?

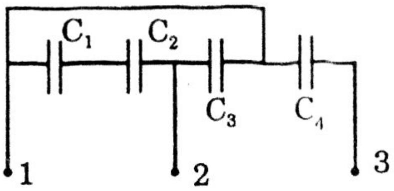
ĐS: *a.* $C_b = 3\mu F$ *b.* $U_{AB} = -5V$ *(cực dương nối B)*

Bài 48: Cho bộ tụ điện mắc như hình vẽ. Biết $C_1 = 8\mu F$; $C_2 = C_3 = 4\mu F$; $C_4 = 3\mu F$; $C_5 = 6\mu F$. Tìm điện dung tương đương của bộ tụ và điện tích của tụ C_1 và C_2. Cho $U_{AB} = 90V$.



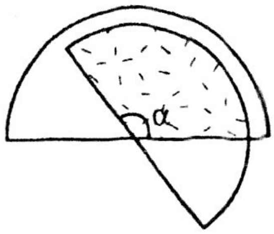
ĐS: $C_{AB} = \frac{8}{3}\mu F$; $Q_1 = 240\mu C$; $Q_2 = 120\mu C$

Bài 49: Cho 4 tụ mắc với nhau như hình. Khi dùng hai chốt 1,2 hoặc hai chốt 1,3 thì điện dung cả bộ vẫn không đổi. Tìm hệ thức liên hệ giữa điện dung của các tụ.



ĐS: $C_4 = C_3 + \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2}$

Bài 50: Tụ xoay gồm 30 bản, mỗi bản có dạng nửa hình tròn bán kính R = 5cm, khoảng cách giữa hai bản liên tiếp d = 1mm. Phần diện tích đối diện giữa hai bản có dạng hình quạt mà góc ở tâm là α.



Tính điện dung của tụ khi góc ở tâm là α. Từ đó suy ra giá trị điện dung lớn nhất của tụ có thể có. Cho điện môi là không khí.

ĐS: $C = 5,594.\alpha$ *(μF); α (đơn vị độ);* $C_{max} = 1\mu F$

Bài 51: Một tụ xoay có 8 cặp bản, các bản đều có dạng nửa hình tròn đường kính D = 12cm, có tâm nằm trên cùng một trục. Các bản linh động, được gắn trên cùng trục quay, nằm xen kẽ một cách đều đặn với các bản cố định. Hệ thống các bản cố định cũng được nối với nhau.

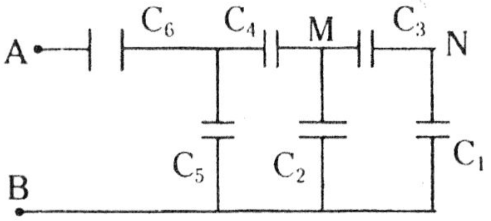
Phần đối diện giữa các bản cố định và các bản linh động có dạng hình quạt với góc ở tâm $\varphi = 120^o$. Điện môi là không khí, khoảng cách giữa hai bản (1 linh động, 1 cố định) là 0,5mm.

a. Tụ xoay được nối với hiệu điện thế $U_o = 500V$. Tính điện tích của tụ.

b. Sau đó, cắt tụ khỏi nguồn rồi quay khỏi góc φ. Xác định điều kiện của góc φ để không có xảy ra sự phóng điện giữa các bản. Cho biết khi điện trường $E = 3.10^6 V/m$ thì không khí dẫn điện.

ĐS: *a.* $C = 1\mu F$; $q = 5.10^{-7}C$ *b.* $\varphi > 40^o$

Bài 52: Cho bộ tụ như hình vẽ:



$C_1 = 12nF$; $C_2 = C_5 = 9nF$

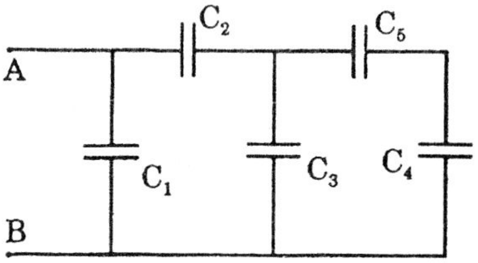
$C_3 = C_4 = C_6 = 4nF$

a. Tính điện dung tương đương của bộ tụ.

b. Cho $q_1 = 5nC$, tìm hiệu điện thế giữa M và B.

ĐS: *a.* $C_{AB} = 3nF$ *b.* $U_{MB} = \frac{5}{3}V$

Bài 53: Cho mạch tụ như hình vẽ.



Biết $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 4\mu F$, $C_3 = 2\mu F$, $C_4 = 3\mu F$, $C_5 = 6\mu F$; $U_{AB} = 12V$.

Hãy tính:

a. Điện dung của bộ tụ.

b. Điện tích và hiệu điện thế mỗi tụ.

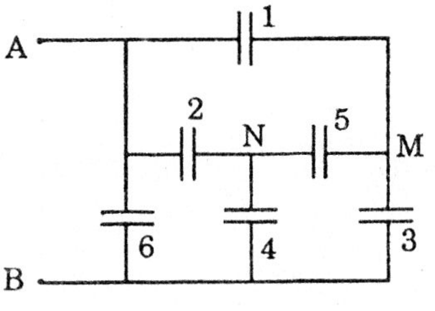
ĐS: *a.* $C = 3\mu F$ *b.* $Q_1 = 12\mu C$; $U_1 = 12V$

$Q_2 = 24\mu C$; $U_2 = 6V$

$Q_3 = 12\mu C$; $U_3 = 6V$

$Q_4 = Q_5 = 12\mu C$; $U_4 = 4V$; $U_5 = 2V$.

Bài 54: Các tụ giống nhau được mắc như sơ đồ. Điện dung mỗi tụ là C_o.



a. Tìm điện dung của bộ tụ.

b. Tìm điện tích trên tụ C_3, biết $C_o = 1\mu F$; $U_{AB} = 12V$.

ĐS: *a.* $C = 2C_o$

b. $Q_3 = 6\mu C$

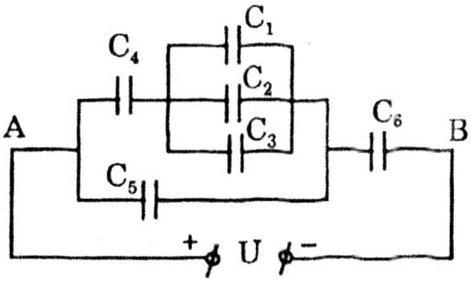
Bài 55: Một tụ điện phẳng không khí có điện dung $C_o = 6\mu F$ được tích điện dưới hiệu điện thế $U_o = 600V$ rồi cắt ra khỏi nguồn.

a. Sau đó tụ được nhúng vào điện môi lỏng ($\varepsilon = 6$) sao cho điện môi ngập $\frac{2}{3}$ diện tích mỗi bản. Tính hiệu điện thế giữa hai bản tụ lúc này.

b. Tính công mà ta phải tốn để lại nhấc tụ ra khỏi điện môi trên. Bỏ qua trọng lượng của tụ.

ĐS: *a.* $U = 138V$ *b.* $A \approx 0,83J$

Bài 56: Cho mạch tụ như hình vẽ.



Biết: $C_1 = 1\mu F$

$C_2 = C_4 = C_6 = 3\mu F$

$C_3 = 2\mu F$, $C_5 = 4\mu F$

$U = 108V$

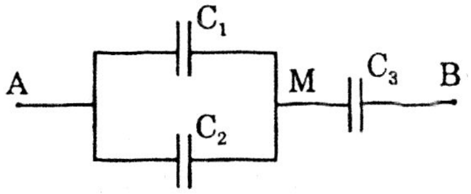
Tìm điện tích và hiệu điện thế trên mỗi tụ.

ĐS: $q_1 = 1,2.10^{-5}C$; $q_2 = 36\mu C$; $U_1 = U_2 = U_3 = 12V$;

$q_3 = 24\mu C$; $Q_4 = 72\mu C$; $U_4 = 24V$; $U_5 = 36V$;

$q_5 = 144\mu C$; $q_6 = 216\mu C$; $U_6 = 72V$

Bài 57: Cho ba tụ mắc như sơ đồ. Biết: $C_1 = 4\mu F$, hiệu điện thế giới hạn 1000V; $C_2 = 2\mu F$, hiệu điện thế giới hạn 500V; $C_3 = 3\mu F$, hiệu điện thế giới hạn 300V.



a. Tìm hiệu điện thế hai đầu A, B cần mắc vào để bộ tụ không bị hỏng.

b. Giả sử U_{AB} có giá trị lớn nhất. Sau khi ngắt bộ tụ ra khỏi nguồn người ta cắt mạch tại M rồi đem nối đầu đó với A, đầu B lại nối vào chỗ cắt. Tìm điện tích và hiệu điện thế trên các tụ lúc này.

ĐS: *a.* $U \leqslant 450V$

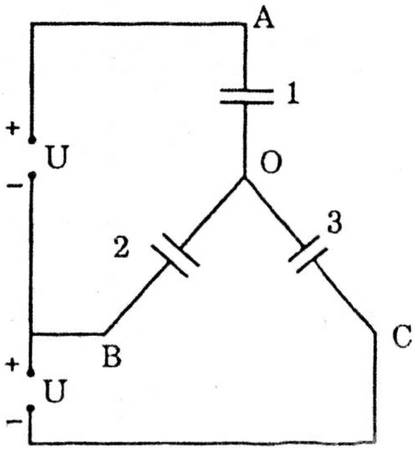
b. $U'_1 = U'_2 = U'_3 = 200V$; $Q'_1 = 800\mu C$;

$Q'_2 = 400\mu C$; $Q'_3 = 600\mu C$

Bài 58: Ba tụ điện như nhau được mắc vào mạch như hình vẽ.

Biết $U_1 = 3V$; $U_2 = 1,5V$.

Hãy tính U_{AO}, U_{BO} và U_{CO}.



ĐS: $U_{AO} = 2,5V$; $U_{BO} = -0,5V$; $U_{CO} = -2V$

Bài 59: Tích điện cho 3 tụ $C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 3\mu F$, $C_3 = 6\mu F$ dưới cùng hiệu điện thế $U = 90V$. Sau đó ngắt các tụ ra khỏi nguồn rồi nối với nhau thành mạch kín sao cho bản âm của tụ C_1 nối với bản dương của tụ C_2, bản âm của tụ C_2 với bản dương của tụ C_3, bản âm của tụ C_3 với bản dương của tụ C_1.

Tính hiệu điện thế giữa hai bản của mỗi tụ.

ĐS: $U_1 = 90V$; $U_2 = 30V$; $U_3 = 60V$

Bài 60: Tụ điện $C_1 = 2\mu F$ được tích điện đến hiệu điện thế $U_1 = 300V$, tụ $C_2 = 3\mu F$ tích điện đến hiệu điện thế $U_2 = 400V$. Tính điện tích và hiệu điện thế mỗi tụ khi:

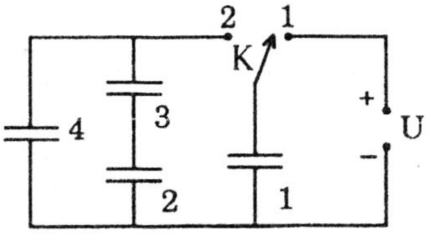
a. Nối hai bản tích điện cùng dấu với nhau.

b. Nối hai bản tích điện trái dấu với nhau.

ĐS: a. $U'_1 = U'_2 = 360V$; $Q'_1 = 720\mu C$; $Q'_2 = 1080\mu C$

b. $U'_1 = U'_2 = 120V$; $Q'_1 = 240\mu C$; $Q'_2 = 360\mu C$

Bài 61: Cho mạch điện như hình vẽ. Các tụ có điện dung bằng nhau $C = 2\mu F$; $U = 20V$. Ban đầu K ở 1. Sau đó K chuyển từ vị trí 1 sang 2. Tìm điện tích trên mỗi tụ.



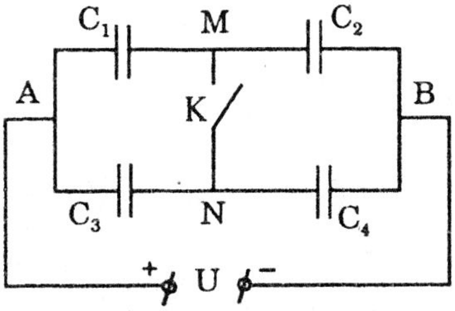
ĐS: $Q'_1 = Q'_4 = 16\mu C$; $Q'_2 = Q'_3 = 8\mu C$

Bài 62: Cho mạch tụ như hình vẽ.

Biết: $C_1 = 1\mu F$; $C_2 = 3\mu F$;
$C_3 = 4\mu F$; $C_4 = 2\mu F$;
$U = 24V$.

a. Tính điện tích các tụ khi K mở.

b. Tìm điện lượng qua khóa K khi K đóng.



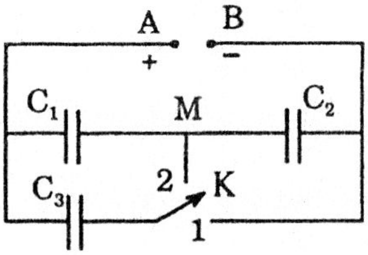
ĐS: a. $Q_1 = Q_2 = 18\mu C$; $Q_3 = Q_4 = 32\mu C$

b. $\Delta Q = 10\mu C$; *electron đi từ M đến N*

Bài 63: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $C_1 = C_2 = 2\mu F$; $C_3 = 4\mu F$; $U_{AB} = 12V$. Ban đầu các tụ chưa tích điện và khóa K ở vị trí 1.

a. Tính điện tích trên các tụ.

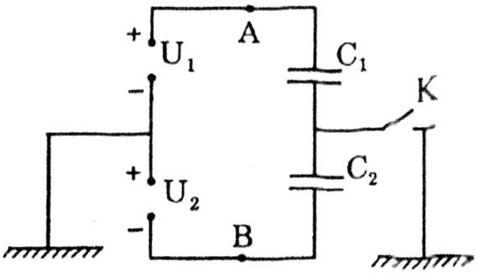
b. Sau đó, khóa K chuyển sang vị trí 2. Tìm hiệu điện thế trên các tụ lúc này.



ĐS: a. $Q_1 = Q_2 = 12\mu C$; $Q_3 = 48\mu C$

b. $U'_1 = U'_3 = 9V$; $U'_2 = 3V$

Bài 64: Cho mạch điện như hình vẽ với $C_1 = 3\mu F$; $C_2 = 2\mu F$; $U_1 = 20V$; $U_2 = 40V$. Ban đầu khóa K mở. Tính số electron chuyển qua các điểm A, B, khóa K khi K đóng. Biết các tụ trước khi mắc vào mạch chưa tích điện.



ĐS:
- $n_A = 7,5.10^{13}$ *electron, đi từ A đến* C_1
- $n_B = 5.10^{13}$ *electron, đi từ B đến* C_2
- $n_K = 12,5.10^{13}$ *electron, đi từ mạch điện xuống đất.*

Bài 65: Hai tụ điện có điện dung $C_1 = 1\mu F$; $C_2 = 3\mu F$ lần lượt được tích điện đến hiệu điện thế $U_1 = 100V$, $U_2 = 200V$. Sau đó nối hai bản cùng dấu lại với nhau. Tính hiệu điện thế mỗi tụ và năng lượng tỏa ra dưới dạng nhiệt.

ĐS: $U'_1 = U'_2 = 175V$

$\Delta W = Q = 0,375.10^{-2}J$

CHƯƠNG II DÒNG ĐIỆN KHÔNG ĐỔI

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

I. ĐỊNH LUẬT OHM (ÔM) CHO ĐOẠN MẠCH CHỈ CÓ R:

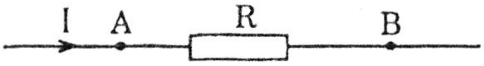
- Định nghĩa về cường độ dòng điện

$$\boxed{I = \frac{q}{t}}$$

- Định luật Om cho đoạn mạch (chứa điện trở, vật dẫn đồng tính)

$$\boxed{I = \frac{U}{R}}$$

- Cần lưu ý nếu có mạch điện như hình vẽ



Ta có: $U_{AB} = IR$

Suy ra: $U_{BA} = -U_{AB} = -IR$

- Cường độ dòng điện có thể được đo bằng ampe kế và khi đó người ta mắc ampe kế nối tiếp với mạch. Ampe kế thường có điện trở nhỏ.
- Hiệu điện thế có thể được đo bằng vôn kế và khi đó người ta mắc vôn kế song song với mạch. Vôn kế thường có điện trở lớn.

II. ĐIỆN TRỞ VÀ VIỆC VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT OM:

- Công thức tính điện trở của vật dẫn:

$$\boxed{R = \rho\frac{l}{S}}$$

- Các đặc điểm của đoạn mạch nối tiếp:

$$I_1 = I_2 = ... = I_n = I$$

$$U = U_1 + U_2 + ... + U_n$$

$$R = R_1 + R_2 + ... + R_n$$

- Các đặc điểm của đoạn mạch mắc song song:

$$U_1 = U_2 = ... = U_n = U$$

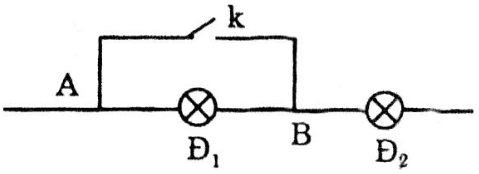
$$I = I_1 + I_2 + ... + I_n$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}$$

- Giữa hai điểm A và B nào đó được nối với nhau bằng một vật dẫn có điện trở rất nhỏ thì có thể chập A trùng với B (đoản mạch giữa A và B).

  Thí dụ:

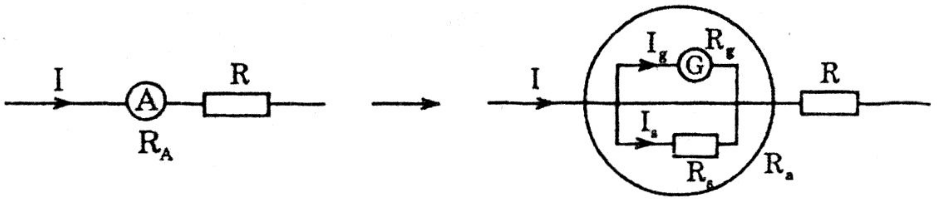
  Khóa k có điện trở rất nhỏ. Khi k mở thì 2 bóng đèn $Đ_1$ và $Đ_2$ nối tiếp nhau. Khi k đóng, ta có thể chập A với B, đoạn mạch đang xét xem như chỉ có $Đ_2$.



- Hiệu điện thế giữa hai điểm M, N bất kỳ trong mạch có thể tính $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN}$ với A là 1 điểm trên mạch điện nằm giữa M và N.

III. ĐIỆN TRỞ PHỤ TRONG DỤNG CỤ ĐO ĐIỆN:

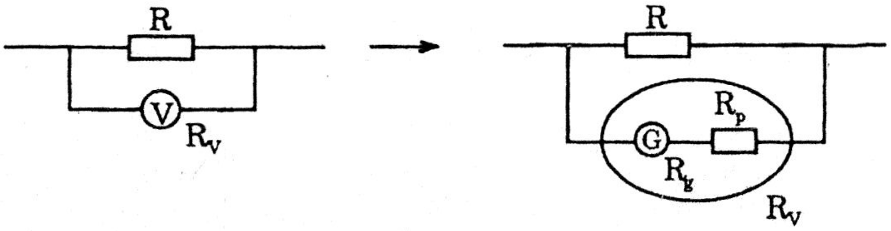
- Nắm được yêu cầu cần phải có điện trở phụ trong các dụng cụ đo điện và các cách mắc chúng trong ampe kế và vôn kế .
- *Mắc Sơn trong ampe kế:*



$$\boxed{I_g = \frac{1}{1+n}}$$

với $n = \frac{R_g}{R_s}$ (R_s có giá trị nhỏ so với R_g)

- *Điện trở phụ trong vôn kế.*



$$\boxed{U_g = \frac{U}{1+m}}$$

với $m = \frac{R_p}{R_g}$ (R_p có giá trị nhỏ so với R_g)

IV. ĐIỆN NĂNG VÀ CÔNG SUẤT ĐIỆN. ĐỊNH LUẬT JOULE-LENX (JUN-LEN-XƠ)

- Suất điện động của nguồn điện: $\boxed{\mathcal{E} = \frac{A}{q}}$
- Công và công suất của dòng điện trên mọi đoạn mạch trên trụ điện năng.

$$\boxed{A = UIt} \quad ; \quad \boxed{P = U.I}$$

- Định luật Jun - Lenxơ: Nếu đoạn mạch chỉ có điện trở thuần (chuyển toàn bộ điện năng của dòng điện trong đoạn mạch thành nhiệt), ta có:

$$\boxed{Q = UIt = \frac{U^2}{R}t = RI^2t}$$

$$\boxed{\mathcal{P} = UI = \frac{U^2}{R} = RI^2}$$

- ***Lưu ý:***
  + *Trên các dụng cụ tiêu thụ điện, người ta thường phải ghi hai chỉ số P_{dm} (công suất định mức) và U_{dm} (hiệu điện thế định mức) cần phải đặt vào để dụng cụ điện hoạt động bình thường. Lúc này dòng điện chạy qua mạch có cường độ định mức là:*

$$\boxed{I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}}}$$

  + *Khi có cân bằng nhiệt thì $Q_{tỏa} = Q_{thu}$ với Q_{thu} có thể tính: $Q_{thu} = cm(t_2 - t_1)$ và $Q_{tỏa}$ tính theo định luật Jun-lenxơ*

- Công và công suất của nguồn điện:

$$\boxed{A = q\mathcal{E} = \mathcal{E}It;\ \mathcal{P} = \mathcal{E}I}$$

- Điện năng và công suất tiêu thụ của máy thu điện:
  + Suất phản điện: $\boxed{\mathcal{E}_p = \frac{A'}{q}}$

    A' là công của dòng điện chuyển hóa sang dạng năng lượng khác không phải là nhiệt.

  + Điện năng tiêu thụ ở máy thu:

$$\boxed{A = A' + Q' = \mathcal{E}_pIt + rI^2t = UIt}$$

  + Công suất máy thu: $\boxed{P = \mathcal{E}_p.I + rI^2}$

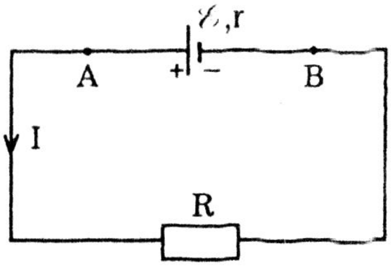
- Hiệu suất sử dụng điện là:

$$\boxed{H = \frac{P_{h.ích}}{P_{t.phần}}.100\%}$$

- Máy phát: $\boxed{H = \frac{U}{\mathcal{E}} = 1 - \frac{rI}{\mathcal{E}}}$

- Máy thu: $\boxed{H = 1 - \frac{rI}{U}}$

V. ĐỊNH LUẬT OM ĐỐI VỚI TOÀN MẠCH:



$\mathscr{E}$,r
A
+
–
B
I
R

- Định luật ôm cho toàn mạch:

$$\boxed{I = \frac{\mathscr{E}}{R + r}}$$

+ Với r là điện trở trong của nguồn điện (có đơn vị là ôm (Ω)).

+ Nếu có nhiều nguồn thì $\mathscr{E}$ và r là suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn.

+ Nếu mạch ngoài có nhiều điện trở thì R là điện trở tương đương.

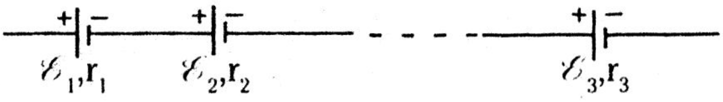
+ Từ công thức trên, ta có:

$$\boxed{U_{AB} = IR = \mathscr{E} - Ir}$$

với Ir gọi là độ giảm thế, U_{AB} là hiệu điện thế hai đầu mạch ngoài hay hai đầu nguồn điện. Khi mạch hở thì IR = 0 và $U_{AB} = \mathscr{E}$. Khi đoản mạch thì $I_{max} = \frac{\mathscr{E}}{r}$

VI. MẮC NGUỒN ĐIỆN:

+ *Mắc nối tiếp:*

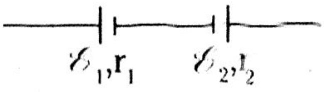


+
–
$\mathscr{E}_1,r_1$
+
–
$\mathscr{E}_2,r_2$
+
–
$\mathscr{E}_3,r_3$

$$\boxed{\begin{aligned}\mathscr{E}_b &= \mathscr{E}_1 + \mathscr{E}_2 + \ldots + \mathscr{E}_n \\ r_b &= r_1 + r_2 + \ldots + r_n\end{aligned}}$$

– Nếu n nguồn giống nhau mỗi nguồn có suất điện động e, điện trở trong r mắc nối tiếp, ta có:

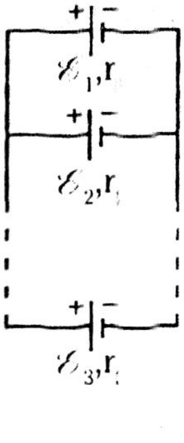
$$\boxed{\mathscr{E}_b = n.e \quad ; \quad r_b = n.r}$$



$\mathscr{E}_1,r_1$
$\mathscr{E}_2,r_2$

+ *Mắc xung đối:* Nếu $\mathscr{E}_1 > \mathscr{E}_2$ thì:

$$\boxed{\mathscr{E}_b = \mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2 \; ; \quad r_b = r_1 + r_2}$$



+
–
$\mathscr{E}_1$,r
+
–
$\mathscr{E}_2$,r
+
–
$\mathscr{E}_3$,r

+ *Mắc song song:*

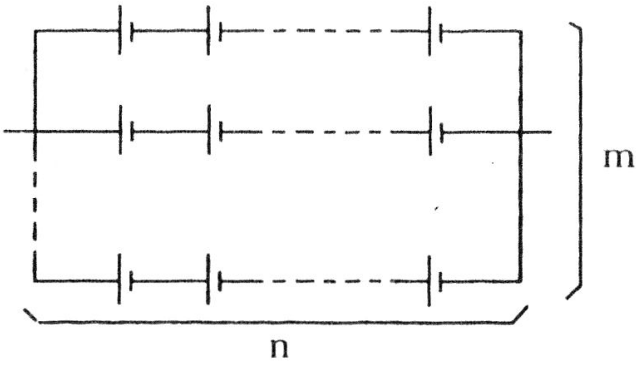
– Các nguồn giống nhau, một nguồn có suất điện động e, điện trở trong r:

$$\boxed{\mathscr{E}_b = e \quad ; \quad r_b = \frac{r}{n}}$$

+ *Mắc hỗn tạp thành bộ:*

– Các nguồn giống nhau, một nguồn có suất điện động e, điện trở trong r.

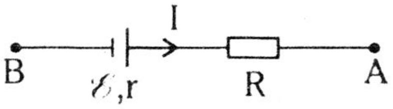
– Có m dãy mắc song song, mỗi dãy gồm n nguồn mắc nối tiếp, ta có:



$$\boxed{\mathscr{E}_b = ne \quad ; \quad r_b = \frac{nr}{m}}$$

VII ĐỊNH LUẬT OM CHO CÁC LOẠI MẠCH ĐIỆN:

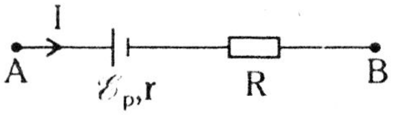
Đoạn mạch chứa nguồn điện:



$$\boxed{U_{AB} = \mathscr{E} - (r + R)I}$$

hay: $$\boxed{I = \frac{\mathscr{E} - U_{AB}}{R + r}}$$

• Đoạn mạch chứa máy thu:



$$\boxed{U_{AB} = \mathscr{E}_p + (r + R)I}$$

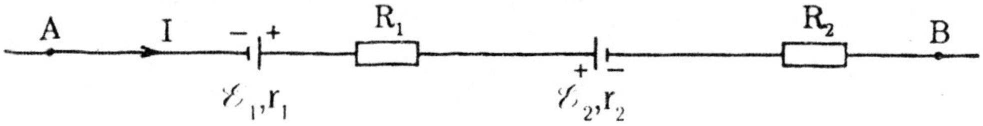
hay: $$\boxed{I = \frac{U_{AB} - \mathscr{E}_p}{R + r}}$$

• Tổng quát: $$\boxed{U_{AB} = +\sum\mathscr{E}_i - \sum\mathscr{E}_i \pm I.R_{AB}}$$

Với qui ước về dấu như sau:

+ Tính từ A đến B phải gặp cực dương của nguồn $\mathscr{E}_i$ (nào đó) trước thì $+\mathscr{E}_i$
+ Tính từ A đến B phải gặp cực âm của nguồn $\mathscr{E}_i$ (nào đó) trước thì $-\mathscr{E}_i$
+ Tính từ A đến B cùng chiều dòng điện thì trước I là dấu cộng và ngược chiều dòng điện thì trước I là dấu trừ.
+ R_{AB} là tổng điện trở của đoạn AB.

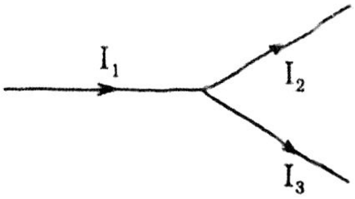
Thí dụ:



$$U_{AB} = -\mathscr{E}_1 + \mathscr{E}_2 + I(R_1 + R_2 + r_1 + r_2)$$

$$U_{BA} = +\mathscr{E}_1 - \mathscr{E}_2 - I(R_1 + R_2 + r_1 + r_2)$$

- Khi áp dụng định luật Om phải có chiều dòng điện (thường được chọn từ âm sang dương xuyên qua nguồn). Do đó khi giải bài phải chọn chiều dòng điện trước. Nếu tính toán có được kết quả cường độ dòng điện có giá trị dương thì chiều đã chọn là chiều đúng, nếu có giá trị âm thì chỉ cần nói chiều dòng điện thuận nghịch với chiều đã chọn (không cần phải tính toán lại).



Thí dụ tính được $I_1 = 1A$; $I_2 = 3A$; $I_3 = -2A$.

Ta thấy I_3 âm nên chiều đã chọn là chiều sai, I_3 có chiều ngược lại và có kết quả $I_1 = 1A$; $I_2 = 3A$; $I_3 = 2A$. Với chiều ngược lại của I_3, lúc này ta có $I_3 + I_1 = I_2$.

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: **Với phân nửa thời gian, điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của đoạn mạch thứ nhất bằng $\frac{2}{3}$ điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của đoạn mạch thứ hai. Tính điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của đoạn mạch thứ hai trong thời gian 5 phút. Biết cường độ dòng điện qua đoạn mạch thứ nhất là $\frac{4}{3}$A.**

GIẢI

Theo đề bài, ta có: $q_1 = \frac{2}{3}q_2$

Với $q_1 = I_1t_1$, $q_2 = I_2t_2$, suy ra: $I_1t_1 = \frac{2}{3}I_2t_2$

Mà $t_1 = t_2\frac{1}{2}$, ta được: $I_1 = \frac{4}{3}I_2$

Theo đề bài: $I_1 = \frac{4}{3}A$

Suy ra: $I_2 = 1A$

Vậy điện lượng chuyển qua tiết diện thẳng của đoạn mạch thứ hai trong thời gian t = 5 phút = 300s là:

$$q = I_2t = 1.300 = 300C$$

Bài 2: **Một dây đồng có điện trở R. Kéo giãn đều cho độ dài của dây tăng lên gấp đôi (thể tích của dây không đổi). Hỏi điện trở của dây sau khi được kéo?**

GIẢI

- Do thể tích của dây không đổi, nên ta có:

$$Sl = S'l' \qquad (1)$$

Với S, S' là tiết diện của dây trước và sau khi kéo.

l, l' là chiều dài của dây trước và sau khi kéo.

Theo đề bài $\quad l' = 2l \qquad (2)$

Từ (1), (2) $\Rightarrow \quad S' = \dfrac{S}{2}$

Điện trở dây lúc đầu là: $\quad R = \rho\dfrac{l}{S}$

Điện tở của dây lúc sau là: $\quad R' = \rho'\dfrac{l'}{S'} = \rho\dfrac{2l}{\dfrac{S}{2}}$

Suy ra: $\quad R' = 4\rho\dfrac{l}{S} = 4R$

Bài 3: **Mắc hai điện trở R_1 và R_2 vào hiệu điện thế U = 6V. Khi chúng mắc nối tiếp nhau thì cường độ dòng điện qua chúng là 0,24A.**

Khi chúng mắc song song cường độ dòng điện tổng cộng qua chúng là 1A. Tính R_1 và R_2.

GIẢI

- Khi R_1 nối tiếp R_2 cường độ dòng điện qua chúng là:

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} \quad \Rightarrow \quad R_1 + R_2 = \frac{U}{I_1} = \frac{6}{0,24} = 25\Omega$$

- Khi R_1 song song R_2, cường độ dòng điện tổng cộng qua chúng là:

$$I_2 = \frac{U}{\dfrac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U}{I_2}$$

$$\Rightarrow \quad R_1.R_2 = \left(\frac{U}{I_2}\right)(R_1 + R_2) = \frac{6}{1}.25 = 150\Omega^2$$

Ta có phương trình bậc hai sau: $X^2 - 25X + 150 = 0$

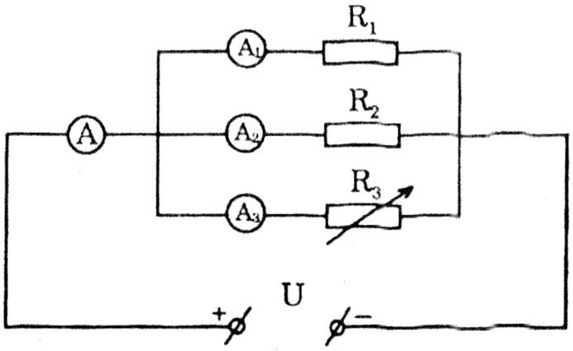
Giải phương trình trên, ta có hai nghiệm sau:

$$X_1 = 15\Omega; X_2 = 10\Omega$$

Vậy: $\quad R_1 = 15\Omega; R_2 = 10\Omega \quad$ hoặc $R_1 = 10\Omega; R_2 = 15\Omega$

Bài 4: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

$U = 18V$, điện trở của các ampe kế không đáng kể. Điện trở R_3 có thể thay đổi được. Số chỉ của các ampe kế A_1, A_2 theo thứ tự là 0,5A, 0,3A.



1. Tính R_1 và R_2.

2. Chỉnh R_3 để số chỉ của ampe kế A là 1A. Tính R_3 tương ứng.

3. Giảm giá trị R_3 so với câu 2 thì số chỉ của các ampe kế thay đổi như thế nào?

GIẢI

1. Ampe kế A_1 chỉ $I_1 = 0,5A$; ampe kế A_2 chỉ $I_2 = 0,3A$

Điện trở R_1, R_2 là: $$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{18}{0,5} = 36\Omega$$

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{18}{0,3} = 60\Omega$$

2. Ampe kế A chỉ $I = 1A \Rightarrow$ số chỉ của ampe kế A_3 là:

$$I_3 = I - (I_1 + I_2) = 1 - (0,5 + 0,3) = 0,2A$$

Điện trở R_3 là: $$R_3 = \frac{U}{I_3} = \frac{18}{0,2} = 90\Omega$$

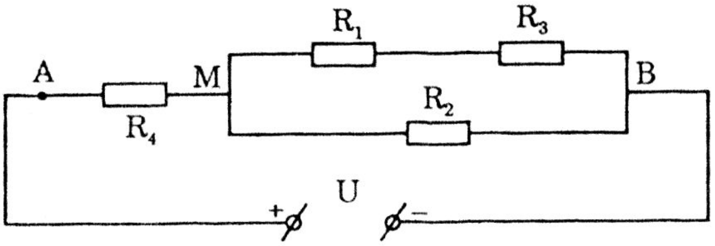
3. Ta có U, R_1, R_2 không đổi và R_1, R_2, R_3 mắc song song nhau nên khi R_3 thay đổi thì số chỉ của các ampe kế A_1, A_2 không đổi.

- Khi giảm R_3 thì số chỉ của ampe kế A_3 tăng và số chỉ của ampe kế A cũng tăng vì $I_3 = \frac{U}{R_3}$ và $I = I_1 + I_2 + I_3$.

Bài 5: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

$U = 12V$; $R_1 = R_2 = 10\Omega$; $R_3 = 5\Omega$; $R_4 = 6\Omega$.

Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở và hiệu điện thế hai đầu mỗi điện trở.



GIẢI

- Điện trở tương đương:

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 15\Omega$$

$$R_{MB} = \frac{R_{13} . R_2}{R_{13} + R_2} = \frac{15 . 10}{15 + 10} = 6\Omega$$

$$R = R_4 + R_{MB} = 6 + 6 = 12\Omega$$

- Cường độ dòng điện qua R_4 là:

$$I = I_4 = \frac{U}{R} = \frac{12}{12} = 1A$$

- Hiệu điện thế hai đầu R_4 là:

$$U_4 = U_{AM} = IR_4 = 1.6 = 6V$$

- Hiệu điện thế hai đầu R_2 là:

$$U_2 = U_{13} = U_{MB} = U - U_4 = 12 - 6 = 6V$$

(Có thể tính $U_{MB} = IR_{MB}$)

- Cường độ dòng điện qua R_2 là:

$$I_2 = \frac{U_{MB}}{R_2} = \frac{6}{10} = 0,6A$$

- Cường độ dòng điện qua R_1 và R_3 là:

$$I_1 = I_3 = I_{13} = \frac{U_{MB}}{R_{13}} = \frac{6}{15} = 0,4A$$

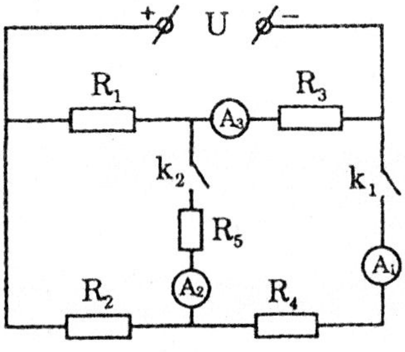
- Hiệu điện thế hai đầu R_1 là: $U_1 = I_1R_1 = 0,4.10 = 4V$
- Hiệu điện thế hai đầu R_3 là: $U_3 = I_3R_3 = 0,4.5 = 2V$

Bài 6: **Cho mạch điện như hình vẽ:**

$R_1 = 12\Omega$; $R_2 = 16\Omega$; $R_3 = 4\Omega$;

$R_4 = 14\Omega$; $R_5 = 8\Omega$; $U = 12V$.

Điện trở của các ampe kế và của dây nối không đáng kể. Tính số chỉ các ampe kế trong các trường hợp:



1. k_1 mở; k_2 đóng

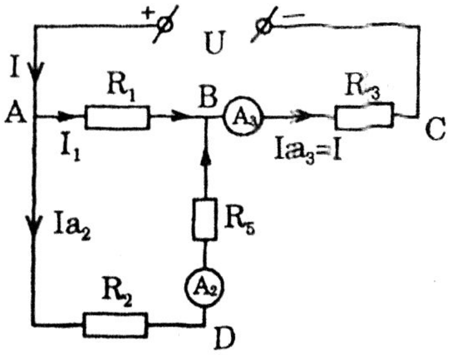
2. k_1 đóng; k_2 mở **3. k_1, k_2 đều mở.**

GIẢI

1. *k_1 mở, k_2 đóng:*

Mạch gồm $[(R_2 \text{ nt } R_5) // R_1]$ nt R_3.

Mạch bị hở ở k_1, ampe kế A_1 chỉ 0.


+
U
−
I
A
R_1
B
A_3
R_3
C
I_1
$Ia_3 = I$
Ia_2
R_5
R_2
A_2
D

- Điện trở tương đương của R_2 và R_5:

$$R_{25} = R_2 + R_5 = 16 + 8 = 24\Omega$$

- Điện trở tương đương của R_{25} và R_1:

$$R_{AB} = \frac{R_{25} . R_1}{R_{25} + R_1} = \frac{24 . 12}{24 + 12} = 8\Omega$$

- Điện trở toàn mạch:

$$R = R_{AB} + R_3 = 8 + 4 = 12\Omega$$

- Ampe kế A_3 chỉ $I_{a_3} = I = I_3$ là: $I = I_{a_3} = \frac{U}{R} = \frac{12}{12} = 1A$
- Hiệu điện thế giữa A và B: $U_{AB} = I.R_{AB} = 1.8 = 8V$
- Ampe kế A_2 chỉ $I_{a_2} = I_2 = I_5$ là: $I_{a_2} = \frac{U_{AB}}{R_{25}} = \frac{8}{24} = \frac{1}{3}A$

2. *k_1 đóng, k_2 mở:*

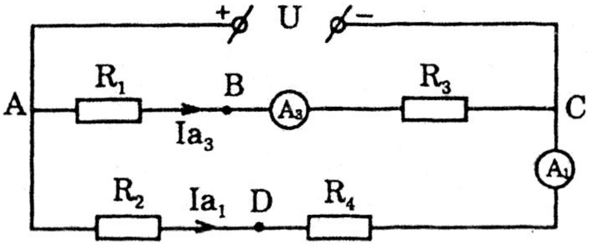
Mạch gồm (R_1 nt R_3) // (R_2 nt R_4).

Mạch bị hở ở k_2, ampe kế A_2 chỉ 0.

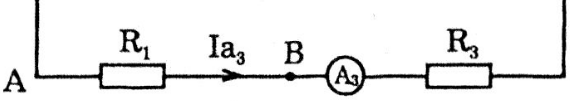
- Ampe kế A_3 chỉ $I_1 = I_3 = I_{a_3}$ là:

$$I_{a_3} = \frac{U}{R_1 + R_3} = \frac{12}{12 + 4} = 0{,}75A$$

- Ampe kế A_1 chỉ $I_{a_1} = I_2 = I_4$ là: $I_{a_1} = \frac{U}{R_2 + R_4} = \frac{12}{30} = 0{,}4A$


+
U
−
A
R_1
B
A_3
R_3
C
Ia_3
A_1
R_2
Ia_1
D
R_4

3. *k_1, k_2 đều mở:*


+
U
−
A
R_1
Ia_3
B
A_3
R_3

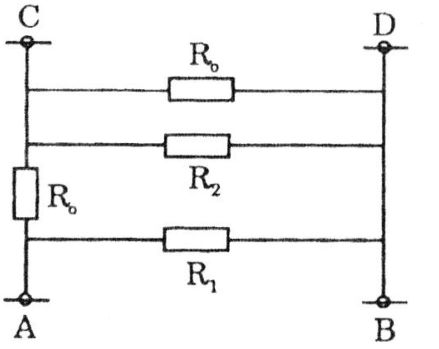
Mạch gồm R_1 nt R_3. Mạch bị hở ở k_1 và k_2 nên A_1 và A_2 chỉ 0.

Ampe kế A_3 chỉ $I_{a_3} = I_1 = I_3$ là:

$$I_{a_3} = I_1 = I_3 = \frac{U}{R_1 + R_3} = 0{,}75A$$

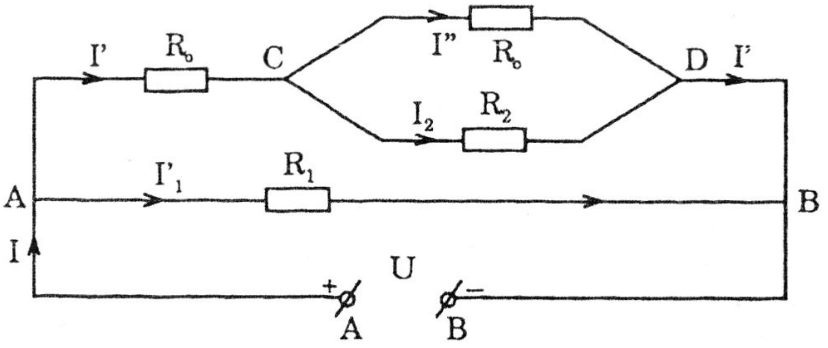
Bài 7: Cho mạch điện như hình vẽ:

- **Nếu đặt vào A, B một hiệu điện thế $U_{AB} = 120V$ thì cường độ dòng điện qua R_2 là $I_2 = 2A$ và hiệu điện thế ở hai đầu C, D là $U_{CD} = 30V$.**
- **Nếu đặt vào C, D một hiệu điện thế $U'_{CD} = 120V$ thì hiệu điện thế ở hai đầu A, B là $U'_{AB} = 20V$. Tính R_o, R_1, R_2.**



GIẢI

Nếu đặt vào A, B một hiệu điện thế $U_{AB} = 120V$, mạch điện được mắc như sau



Điện trở R_2 là:

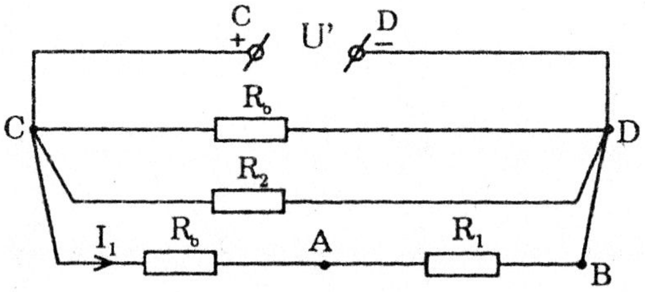
$$R_2 = \frac{U_{CD}}{I_2} = \frac{30}{2} = 15\Omega$$

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{CD} \quad \Rightarrow \quad U_{AC} = U_{AB} - U_{CD} = 90V$$

$$U_{CD} = I''R_o = (I' - I_2)R_o = I'R_o - I_2R_o \quad \Rightarrow \quad U_{CD} = U_{AC} - I_2R_o$$

$$R_o = \frac{U_{AC} - U_{CD}}{I_2} = \frac{90 - 30}{2} = 30\Omega$$

Nếu đặt vào C, D một hiệu điện thế $U'_{CD} = 120V$, mạch điện được mắc như sau:



Ta có: $U'_{CD} = U'_{CA} + U'_{AB}$

$\Rightarrow \quad U'_{CA} = U'_{CD} - U'_{AB}$

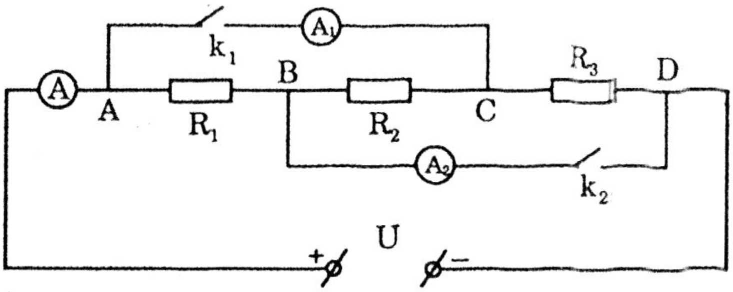
$= 120 - 20 = 100V$

Cường độ dòng điện qua R_1 (cũng là dòng qua R_o nt R_1) là:

$$I_1 = \frac{U'_{CA}}{R_o} = \frac{100}{30} = \frac{10}{3}A$$

Điện trở R_1 là: $R_1 = \dfrac{U'_{AB}}{I_1} = \dfrac{20}{\frac{10}{3}} = 6\Omega$

Bài 8: Cho mạch điện như hình vẽ:



$R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 12\Omega$; $U = 6V$

Điện trở của các ampe kế và dây nối không đáng kể. Tính số chỉ của các ampe kế khi:

1. k_1 mở, k_2 đóng. **2. k_1 đóng, k_2 mở.**

3. k_1 và k_2 đều mở. **4. k_1 và k_2 đều đóng.**

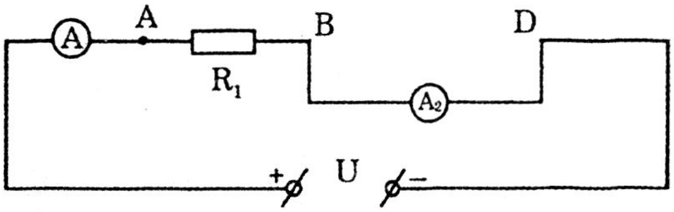
GIẢI

1. *k_1 mở, k_2 đóng:*

Mạch bị hở ở k_1 nên ampe kế A_1 chỉ 0.

R_2 và R_3 mắc song song với dây dẫn BD có điện trở không đáng kể nên dòng điện không qua R_2 và R_3.

Ta có mạch như sau:



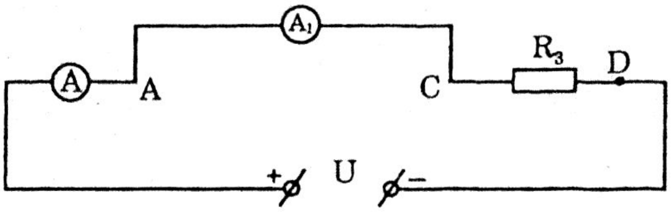
Số chỉ ampe kế A chỉ bằng số chỉ của ampe kế A_2 và là:

$$I_a = I_{a2} = I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{6}{4} = 1,5A$$

2. *k_1 đóng, k_2 mở:*

- Tương tự trên, ampe kế A_2 chỉ 0.

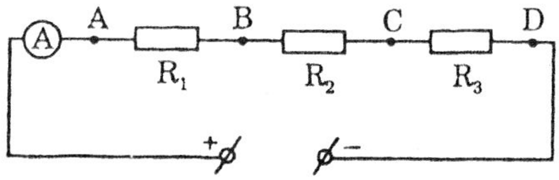
Ampe kế A và A_1 chỉ $I_a = I_{a1} = I_3 = \dfrac{U}{R_3} = \dfrac{6}{12} = 0,5A$



3. *k_1, k_2 đều mở:*

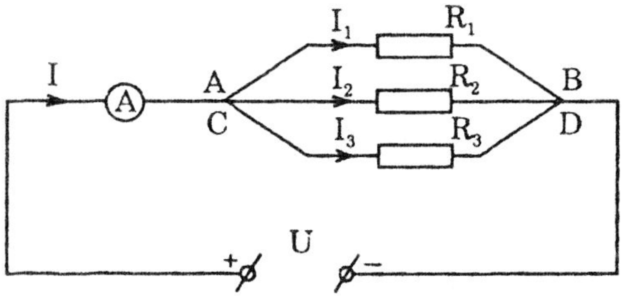
- Ampe kế A_1 và A_2 chỉ O.

Ampe kế A chỉ $I_a = \dfrac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = \dfrac{6}{22} \approx 0,27A$

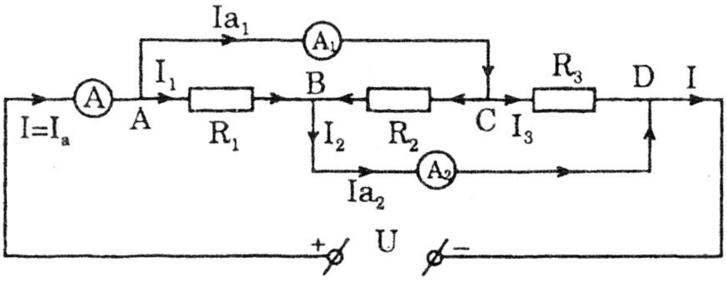

A
B
C
D
A
R_1
R_2
R_3
+
−

4. *k_1, k_2 đều đóng:*

- Ta có thể chập C với A; B với D và được mạch như sau:


I_1
R_1
I
A
I_2
R_2
B
A
C
I_3
R_3
D
U
+
−

Như vậy dòng điện chạy trong mạch khi không chập C với A; B với D như hình vẽ sau. (Lưu ý chiều dòng điện qua R_2 đi từ C đến B).


Ia_1
A_1
I_1
B
R_3
D
I
A
$I=I_a$
A
R_1
I_2
R_2
C
I_3
A_2
Ia_2
+
U
−

Cường độ dòng điện qua R_1 là: $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{6}{4} = 1{,}5A$

Cường độ dòng điện qua R_2 là: $I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{6}{6} = 1A$

Cường độ dòng điện qua R_3 là: $I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{6}{12} = 0{,}5A$

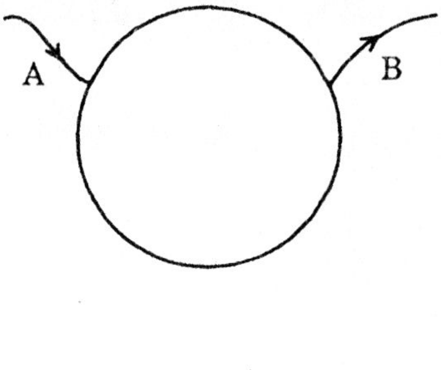
Dựa vào hai mạch điện trên ta có:

+ Ampe kế A chỉ: $I_a = I = I_1 + I_2 + I_3 = 1{,}5 + 1 + 0{,}5 = 3A$

+ Ampe kế A_1 chỉ: $I_{a_1} = I - I_1 = 3 - 1{,}5 = 1{,}5A$ (hay $I_{a_1} = I_2 + I_3$)

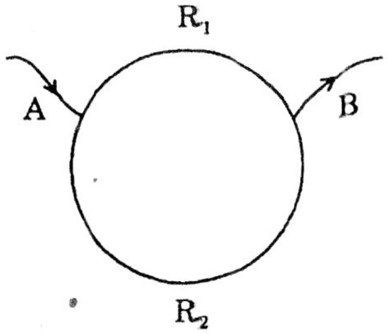
+ Ampe kế A_2 chỉ: $I_{a_2} = I - I_3 = 3 - 0{,}5 = 2{,}5A$ (hay $I_{a_2} = I_1 + I_2$)

Bài 9: **Dòng điện chạy qua một vòng dây dẫn tại hai điểm A, B. Sợi dây dẫn tạo nên vòng dây là một sợi dây kim loại, đồng chất, tiết diện đều, có chiều dài *l*. Xác định vị trí A và B để điện trở của vòng dây nhỏ hơn điện trở sợi dây n lần.**



GIẢI

- Vòng dây được chia thành hai phần (mỗi phần có điện trở là R_1 và R_2) mắc song song.



- Gọi l_1 và l_2 lần lượt là chiều dài của đoạn dây dẫn có điện trở R_1 và R_2. Ta có:

$$R_1 = \rho\frac{l_1}{S};\ R_2 = \rho\frac{l_2}{S} = \rho\frac{(l - l_1)}{lS}$$

Điện trở tương đương của vòng dây là:

$$R = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = \rho\frac{l_1(l - l_1)}{lS}$$

Gọi R_d là điện trở của sợi dây, ta có: $R_d = \rho\frac{l}{S}$

Theo đề bài: $\frac{R_d}{R} = n$, suy ra: $\frac{l^2}{l_1(l - l_1)} = n$

$$\Rightarrow \quad \frac{l^2}{n} = l_1(l - l_1) = l_1l - l_1^2 \quad \text{Hay} \quad l_1^2 - l_1 + \frac{l^2}{n} = 0$$

$$\Delta = l^2 - \frac{4l^2}{n} = \frac{l^2(n-4)}{n} \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\Delta} = l\sqrt{\frac{n-4}{n}}$$

Hai nghiệm của phương trình là:

$$l_1 = \frac{l + l\sqrt{\frac{n-4}{n}}}{2} = \frac{l}{2}\left(1 + \sqrt{\frac{n-4}{n}}\right)$$

$$l_1 = \frac{l - l\sqrt{\frac{n-4}{n}}}{2} = \frac{l}{2}\left(1 - \sqrt{\frac{n-4}{n}}\right)$$

Với điều kiện $n \geqslant 4$.

- Khi $n > 4$:

+ Nếu $l_1 > \frac{l}{2}$ thì nghiệm l_1 là: $l_1 = \frac{l}{2}\left(1 + \sqrt{\frac{n-4}{n}}\right)$

Còn $l_2 = \frac{l}{2}\left(1 - \sqrt{\frac{n-4}{n}}\right)$

+ Nếu $l_1 < \frac{l}{2}$ thì nghiệm l_1 là: $l_1 = \frac{l}{2}\left(1 - \sqrt{\frac{n-4}{n}}\right)$

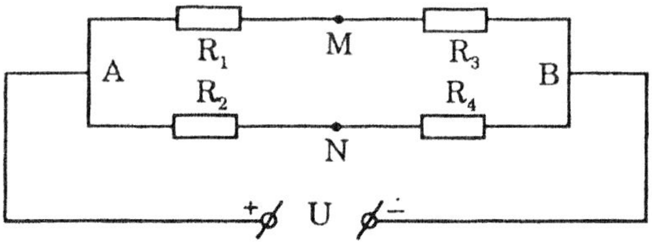
Còn $l_2 = \frac{l}{2}\left(1 + \sqrt{\frac{n-4}{n}}\right)$

- Khi $n = 4$: Ta có: $l_1 = l_2 = \frac{l}{2}$

Bài 10: Cho mạch điện như hình vẽ:

$U = 12V$; $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 6\Omega$;

$R_3 = 12\Omega$; $R_4 = 6\Omega$.



1. Tính cường độ dòng điện qua các điện trở và hiệu điện thế giữa hai đầu mỗi điện trở.
2. Nối M và N bằng một vôn kế V (có điện trở rất lớn) thì vôn kế chỉ bao nhiêu? Cực dương của vôn kế được nối với điểm nào?
3. Nối M và N bằng một ampe kế A (có điện trở không đáng kể) thì ampe kế chỉ bao nhiêu?

GIẢI

1. Cường độ dòng điện qua R_1 và R_3 như nhau và bằng:

$$I' = \frac{U}{R_1 + R_3} = \frac{12}{6 + 12} = \frac{2}{3}A$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_1: $U_{AM} = I'.R_1 = \frac{2}{3}6 = 4V$

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_3: $U_{MB} = I'.R_3 = \frac{2}{3}12 = 8V$

Cường độ dòng điện qua R_2 và R_4 như nhau và bằng:

$$I'' = \frac{U}{R_2 + R_4} = \frac{12}{6 + 6} = 1A$$

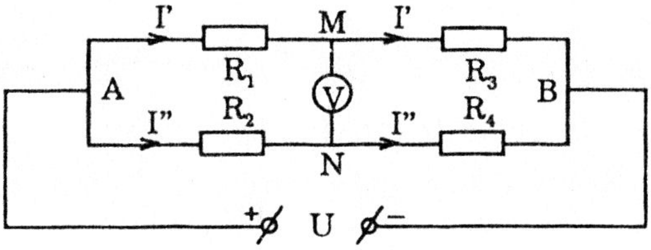
Hiệu điện thế giữa hai đầu R_2:

$$U_{AN} = I''R_2 = 1.6 = 6V$$

Hiệu điện thế giữa hai đầu R_4:

$$U_{NB} = I''R_4 = 1.6 = 6V$$

2. Nối M và N bằng một vôn kế V có điện trở rất lớn nên dòng điện coi như không qua vôn kế. Do đó cường độ dòng điện qua các điện trở và hiệu điện thế giữa hai đầu của chúng giống như ở câu 1.



Ta có: $U_{AM} = U_{AN} + U_{NM}$

$\Rightarrow$ $U_{NM} = U_{AM} - U_{AN} = 4 - 6 = -2V$

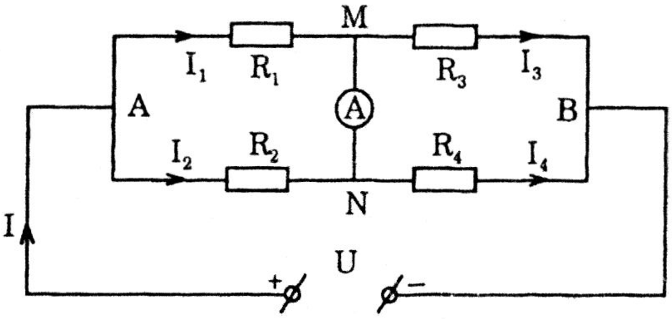
$U_{NM} = -2V$ hay $U_{NM} = -U_{NM} = 2V$

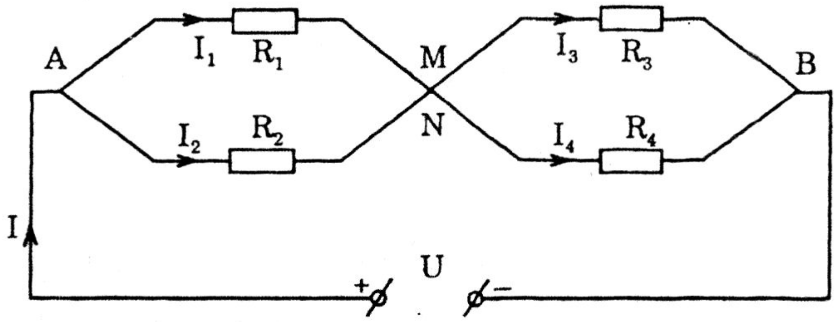
Vậy vôn kế V chỉ 2V và $U_{MN} = 2V > 0$ nên cực dương vôn kế được mắc với điểm M.

(Ta có thể tính: $U_{MN} = U_{MA} + U_{AN} = -U_{AM} + U_{AN}$

hoặc $U_{MN} = U_{MB} + U_{BN} = U_{MB} - U_{NB}$)

3. Khi nối M và N bằng một ampe kế A có điện trở rất nhỏ thì có thể chập M với N. Ta có:





- Điện trở tương đương của R_1 và R_2:

$$R_{12} = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 . 6}{6 + 6} = 3\Omega$$

- Điện trở tương đương của R_3 và R_4:

$$R_{34} = \frac{R_3 . R_4}{R_3 + R_4} = \frac{12 . 6}{12 + 6} = 4\Omega$$

- Điện trở tương đương toàn mạch:

$$R = R_{12} + R_{34} = 3 + 4 = 7\Omega$$

- Cường độ dòng điện mạch chính:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{7} \approx 1,7A$$

- Hiệu điện thế giữa A và M: $U_{AM} = I.R_{12} = 1,7.3 = 5,1V$
- Cường độ dòng điện qua R_1: $I_1 = \frac{U_{AM}}{R_1} = \frac{5,1}{6} = 0,85A$
- Hiệu điện thế giữa M và B: $U_{MB} = I.R_{34} = 1,7.4 = 6,8V$
- Cường độ dòng điện qua R_3: $I_3 = \frac{U_{MB}}{R_3} = \frac{6,8}{12} = 0,56A$

- Do $I_1 > I_3$ nên dòng I_1 đến M một phần rẽ qua ampe kế (dòng I_a), một phần rẽ qua R_3 (dòng I_3).

Ta có: $I_1 = I_a + I_3 \quad \Rightarrow \quad I_a = I_1 - I_3 = 0{,}29A$

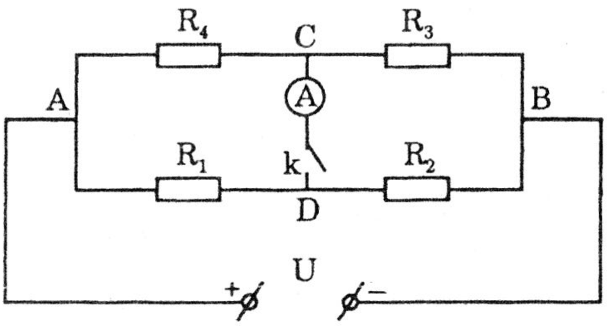
Vậy ampe kế chỉ 0,29A và chiều dòng điện qua ampe kế đi theo chiều từ M đến N. (Ta có thể tính I_a theo I_2, I_4 bằng lý luận tương tự).

Bài 11: **Cho mạch điện như hình vẽ:**

$R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 4\Omega$;

$R_3 = 2\Omega$; $U = 12V$

Khi khóa k đóng, ampe kế chỉ 0. Tính điện trở R_4 và cường độ dòng điện qua mỗi điện trở.



Bỏ qua điện trở của ampe kế và của khóa k.

GIẢI

- Do chỉ số của ampe kế bằng 0 khi k đóng nên: $R_2.R_4 = R_1.R_3$

Suy ra: $$R_4 = \frac{R_1R_3}{R_2} = \frac{8 \,.\, 2}{4} = 4\Omega$$

- Do k đóng số chỉ ampe kế bằng 0 nên mạch cũng tương đương lúc k mở.

Cường độ dòng điện qua R_1, R_2 là:

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{12}{8 + 4} = 1A$$

Cường độ dòng điện qua R_3, R_4 là:

$$I_3 = I_4 = \frac{U}{R_3 + R_4} = \frac{12}{2 + 4} = 2A$$

(Có thể giải bằng cách chập C với D, bài toán có kết quả tương tự).

Bài 12: **$R_1 = R_3 = R_4 = R_5 = 6\Omega$;**

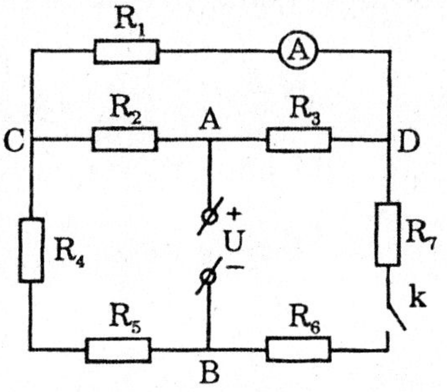
$R_2 = 12\Omega$, $R_6 = 4\Omega$; $R_7 = 2\Omega$;

$U = 12V$.

Bỏ qua điện trở của ampe kế và khóa k. Tính số chỉ ampe kế khi:

1. k mở

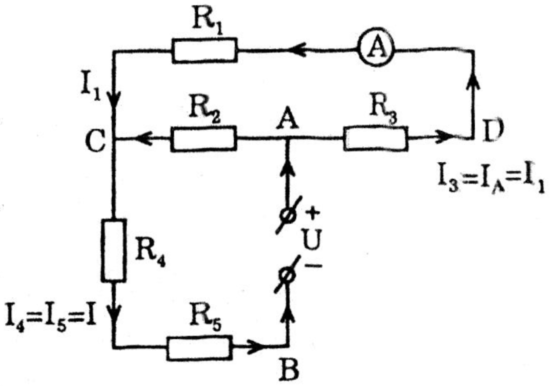
2. k đóng



GIẢI

1. *k mở:*

Mạch điện như sau:



$$R_{13} = R_1 + R_3 = 6 + 6 = 12\Omega$$

$$R_{AC} = \frac{R_{13} \, . \, R_2}{R_{13} + R_2} = \frac{12 \, . \, 12}{12 + 12} = 6\Omega$$

Điện trở tương đương của mạch:

$$R = R_{AC} + R_4 + R_5$$
$$= 6 + 6 + 6 = 18\Omega$$

Cường độ dòng điện của mạch chính:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{18} = \frac{2}{3}A$$

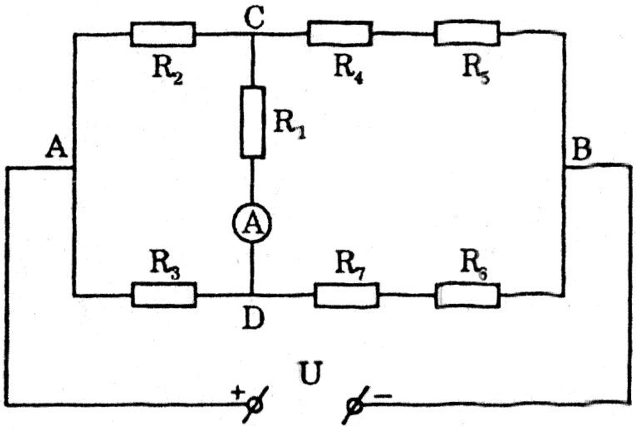
Hiệu điện thế giữa A, C:

$$U_{AC} = I.R_{AC} = \frac{2}{3}.6 = 4A$$

Số chỉ ampe kế:

$$I_a = \frac{U_{AC}}{R_{13}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}A$$

2. *k đóng:*



Mạch có thể vẽ lại như sau:

Ta thấy R_1 nối tiếp với ampe kế A và là cầu nối.

Mà $R_2.(R_6 + R_7) = R_3.(R_4 + R_5) = 72\Omega^2$ nên cầu cân bằng.

Dòng điện không qua cầu nối, ta có ampe kế chỉ 0.

Lúc này, cường độ dòng điện qua R_2, R_4, R_5 là:

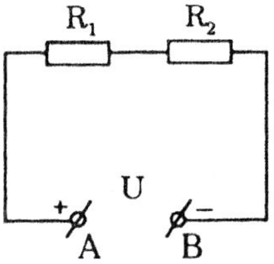
$$I_2 = I_4 = I_5 = \frac{U}{R_2 + R_4 + R_5} = \frac{12}{24} = 0{,}5A$$

Cường độ dòng điện qua R_3, R_7, R_6 là:

$$I_3 = I_7 = I_6 = \frac{U}{R_3 + R_7 + R_6} = \frac{12}{12} = 1A$$

Bài 13: Cho mạch điện như hình vẽ:

Mắc vôn kế V giữa hai điểm A và B thì vôn kế chỉ 12V, mắc vôn kế giữa hai đầu R_1, thì vôn kế chỉ 4V, mắc vôn kế giữa hai đầu R_2, vôn kế chỉ 6V. Hỏi khi không mắc vôn kế thì hiệu điện thế hai đầu R_1, hai đầu R_2 là bao nhiêu? Biết vôn kế có điện trở là R_v.



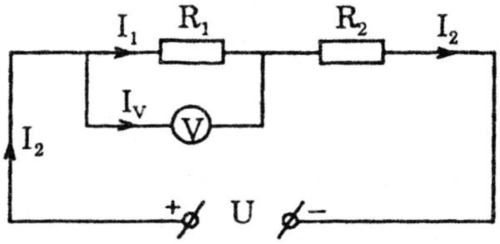
GIẢI

- Mắc vôn kế giữa hai điểm A và B:

Vôn kế chỉ 12V suy ra hiệu điện thế hai đầu mạch là U = 12V (kể cả khi không có vôn kế).

- Mắc vôn kế giữa hai đầu R_1:

Vôn kế V chỉ $U_V = U_1 = 4V$ suy ra hiệu điện thế hai đầu R_2 lúc này là $U_2 = U - U_1 = 8V$.



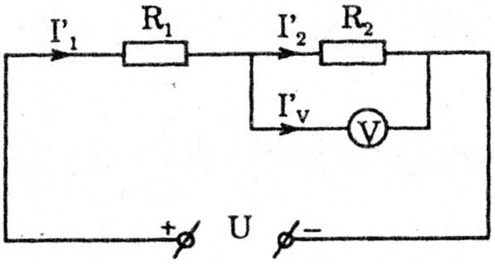
Gọi R_v là điện trở của vôn kế.

Ta có: $I_2 = I_1 + I_v$

$$\Rightarrow \quad \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_1}{R_v}$$

$$\frac{8}{R_2} = \frac{4}{R_1} + \frac{4}{R_v} \quad \text{hay} \quad \frac{1}{R_v} = \frac{2}{R_2} - \frac{1}{R_1} \qquad (1).$$

- Mắc vôn kế giữa hai đầu R_2:



Vôn kế V chỉ $U'_v = U'_2 = 6V$ suy ra hiệu điện thế hai đầu R_1 lúc này là

$$U'_1 = U - U_2 = 6V$$

Ta có: $I'_1 = I'_2 + I'_v$

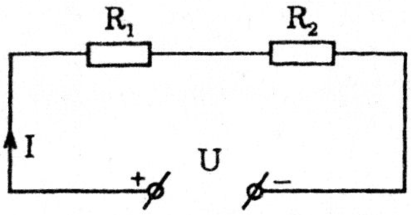
$$\Rightarrow \quad \frac{U'_1}{R_1} = \frac{U'_2}{R_2} + \frac{U'_2}{R_v}$$

$$\frac{6}{R_1} = \frac{6}{R_2} + \frac{6}{R_v} \quad \text{hay} \quad \frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \qquad (2)$$

- Từ (1) và (2) suy ra:

$$\frac{2}{R_2} - \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \quad \Rightarrow \quad 3R_1 = 2R_2$$

- Khi không mắc vôn kế:



Gọi U''_1 là hiệu điện thế hai đầu R_1.

Gọi U''_2 là hiệu điện thế hai đầu R_2.

Gọi I là cường độ dòng điện qua R_1 và R_2.

Ta có: $U = U''_1 + U''_2$

Mà: $$\left.\begin{array}{l} U''_1 = I \,.\, R_1 \\ U''_2 = I \,.\, R_2 \\ R_2 = \dfrac{3R_1}{2} \end{array}\right\} \Rightarrow \quad U''_2 = \frac{3}{2}U''_1$$

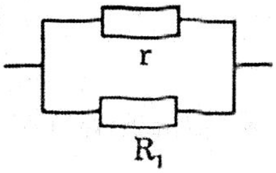
Vậy $U = U''_1 + \frac{3}{2}U''_1 = \frac{5}{2}U''_1$

Suy ra: $U''_1 = \frac{2\,.\,U}{5} = 4{,}8V$; $U''_2 = \frac{3}{2}U''_1 = 7{,}2V$

Bài 14: **Có một số điện trở r = 5Ω. Hỏi phải dùng tối thiểu bao nhiêu điện trở r để mắc thành mạch có điện trở tương đương R = 3Ω.**

GIẢI

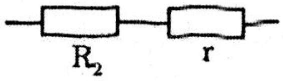
- Ta biết trong một đoạn mạch mà các điện trở mắc nối tiếp, điện trở tương đương lớn hơn mỗi điện trở thành phần. Trong đoạn mạch và các điện trở mắc song song thì điện trở tương đương nhỏ hơn mỗi điện trở thành phần.
- Theo đề bài R = 3Ω nhỏ hơn r = 5Ω nên có thể xem mạch gồm điện trở r mắc song song với điện trở R_1, ta có:



$$R: \frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{R_1} \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{R\,.\,r}{r - R}$$

$$R_1 = 7{,}5\Omega$$

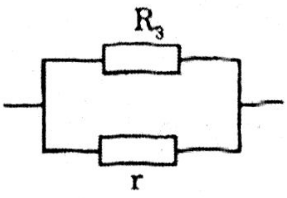
- $R_1 > r$ nên có thể xem R_1 là điện trở tương đương của R_2 nối tiếp với r.



$$R_1: R_1 = R_2 + r \quad \Rightarrow \quad R_2 = R_1 - r$$

$$R_2 = 2{,}5\Omega$$

- $R_2 < r$ nên có thể xem R_2 là điện trở tương đương của R_3 mắc song song với r.

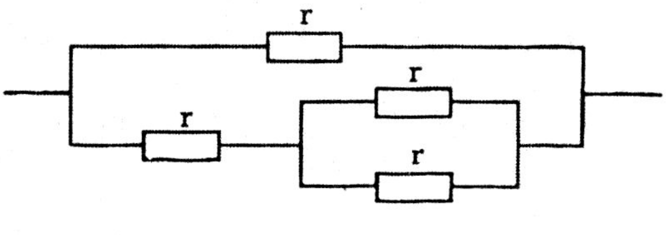


$$R_2: \frac{1}{R_2} = \frac{1}{r} + \frac{1}{R_3} \quad \Rightarrow \quad R_3 = \frac{R_2\,.\,r}{r - R_2}$$

$$R_3 = 5\Omega = r$$

- Ta có: $R_3 = r$

Vậy phải mắc mạch như sau với 4 điện trở r.



* Nghiệm lại:

+ Nếu mạch có 3 điện trở r, thì trong các cách mắc không có cách mắc nào cho điện trở tương đương của mạch là R = 3Ω.

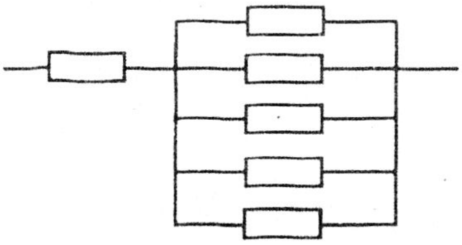
+ Mạch có 2 hay 1 điện trở r cũng vậy.

* Kết luận: Vậy phải dùng tối thiểu 4 điện trở r và mắc như hình trên.

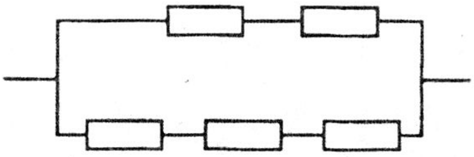
* *Lưu ý:* Sở dĩ phải nghiệm lại vì với kết quả như trên, không phải bao giờ số điện trở tìm được cũng là tối thiểu. Thí dụ cũng có một số điện trở r = 5Ω. Hỏi phải dùng tối thiểu bao nhiêu điện trở r để mắc thành mạch có điện trở tương đương là R = 6Ω. Nếu giải tương tự trên thì đáp số bài toán là dùng 6 điện trở r và mắc theo sơ đồ (a).

Nhưng thật ra chỉ cần dùng 5 điện trở r và mắc theo sơ đồ (b) thì điện trở tương đương của mạch là R = 6Ω.

Như vậy, trong trường hợp này, số điện trở tối thiểu là 5 điện trở r và mắc theo sơ đồ 2.

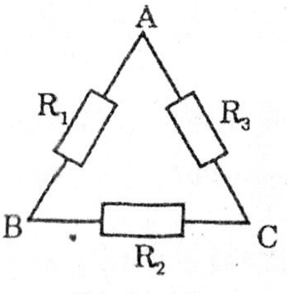


(sơ đồ a)

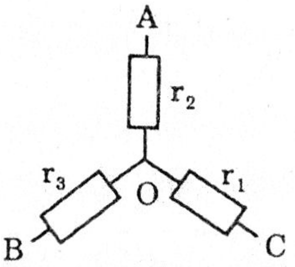


(sơ đồ b)

Bài 15: **Tìm r_1, r_2, r_3 theo R_1, R_2, R_3 để mạch hình sao (hình 2) tương đương mạch hình tam giác (hình 1).**

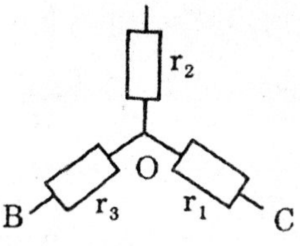


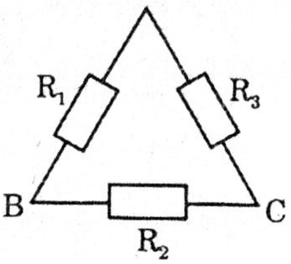
(hình 1)



(hình 2)

GIẢI





+ Khi hai mạch tương đương nhau, ta có:

- Trong mạch tam giác

$$R_{AB} = \frac{R_1(R_2 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_3)}$$

Trong mạch hình sao: $R_{AB} = r_2 + r_3$

$$\text{Vậy: } r_2 + r_3 = \frac{R_1R_2 + R_1R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad (1)$$

- Tương tự:

$$R_{AC} = r_1 + r_2 = \frac{R_1R_3 + R_2R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad (2)$$

$$R_{BC} = r_1 + r_3 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad (3)$$

- Lấy (1) + (2) + (3) theo từng vế, ta được:

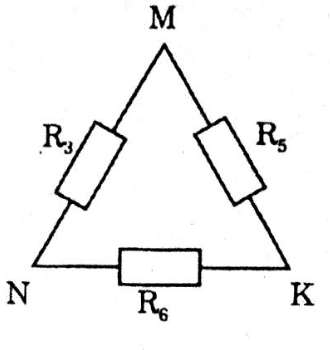
$$r_1 + r_2 + r_3 = \frac{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad (4)$$

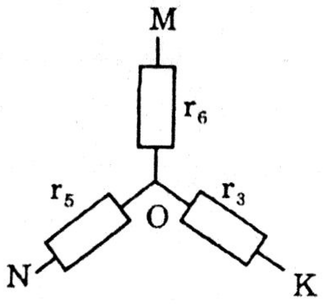
- Lấy (4) - (1); (4) - (2); (4) - (3) theo từng vế, ta được:

$$r_1 = \frac{R_2R_3}{R_1 + R_2 + R_3};\ r_2 = \frac{R_1R_3}{R_1 + R_2 + R_3};\ r_3 = \frac{R_1R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

* ***Lưu ý:***

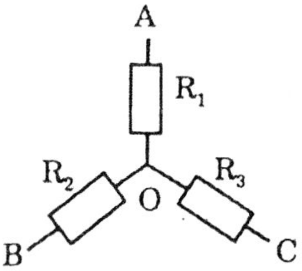
- *Khi chuyển từ mạch tam giác sang hình sao thì vị trí các nút (thí dụ A, B, C) vẫn giữ nguyên. Đối diện với A là R_2, thì trong đoạn mạch OA là r_2, đối diện với B là R_3, thì trong đoạn OB là r_3 và đối diện với C là R_1 thì trong đoạn mạch OC là r_1.*
- *Điện trở r_i nào đó trong mạch sao bằng tích hai điện trở R_j, R_k chia cho tổng 3 điện trở R_i, R_j, R_k trong mạch tam giác.*
- *Thí dụ:*



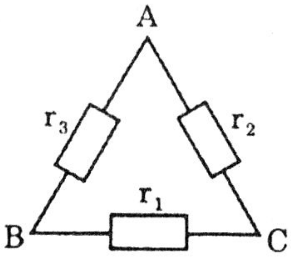


$$\text{Ta có: } r_6 = \frac{R_3R_5}{R_3 + R_5 + R_6};\ r_3 = \frac{R_5R_6}{R_3 + R_5 + R_6};\ r_5 = \frac{R_3R_6}{R_3 + R_5 + R_6}$$

Bài 16: **Tìm r_1, r_2, r_3 theo R_1, R_2, R_3 để mạch hình tam giác (hình 2) tương đương mạch hình sao (hình 1).**



(hình 1)



(hình 2)

GIẢI

- Theo bài 18, ta có được:

$$R_1 = \frac{r_2r_3}{r_1 + r_2 + r_3} \quad (1); \qquad R_2 = \frac{r_1r_3}{r_1 + r_2 + r_3} \quad (2)$$

$$R_3 = \frac{r_1r_2}{r_1 + r_2 + r_3} \quad (3)$$

- Chia (1) với (2) và (1) với (3) theo từng vế:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad \Rightarrow \quad r_2 = r_1\frac{R_1}{R_2} \qquad (4)$$

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{r_3}{r_1} \quad \Rightarrow \quad r_3 = r_1\frac{R_1}{R_3} \qquad (5)$$

- Thay (4) và (5) vào (1), ta được:

$$R_1 = \frac{r_1\frac{R_1}{R_2} \cdot r_1\frac{R_1}{R_3}}{r_1 + r_1\frac{R_1}{R_2} + r_1\frac{R_1}{R_3}} = \frac{r_1R_1^2}{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}$$

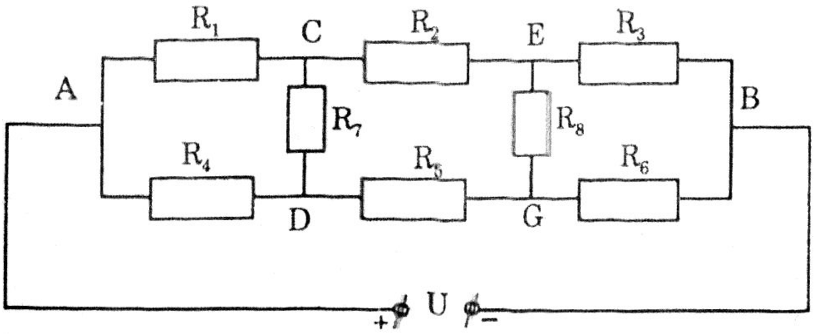
$$\Rightarrow \quad r_1 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_1}$$

- Giải tương tự, ta có kết quả: $r_2 = \dfrac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_2}$

$$r_3 = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_3}$$

(Bạn đọc có thể tự tìm cách để nhớ cách chuyển mạch và công thức).

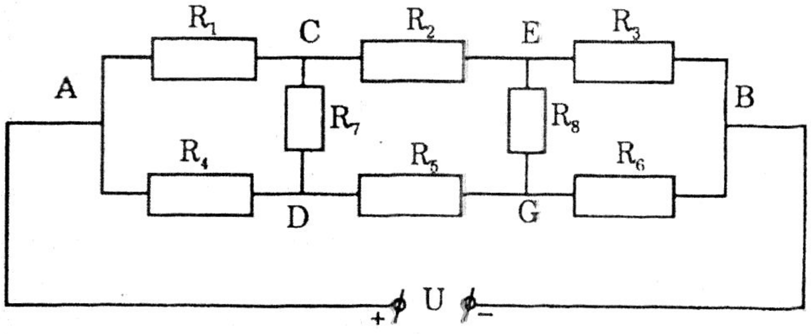
Bài 17: Cho mạch điện như hình vẽ.


R1
C
R2
E
R3
A
R7
R8
B
R4
R5
R6
D
G
U
+
–

$R_1 = R_2 = R_3 = 14\Omega$; $R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = R_8 = 7\Omega$.

Tính điện trở tương đương của mạch.

GIẢI


R1
C
R2
E
R3
A
R7
R8
B
R4
R5
R6
D
G
U
+
–

Theo đề bài, ta có: $\dfrac{R_1}{R_2} = \dfrac{R_2}{R_5} = \dfrac{R_3}{R_6}$ (1)

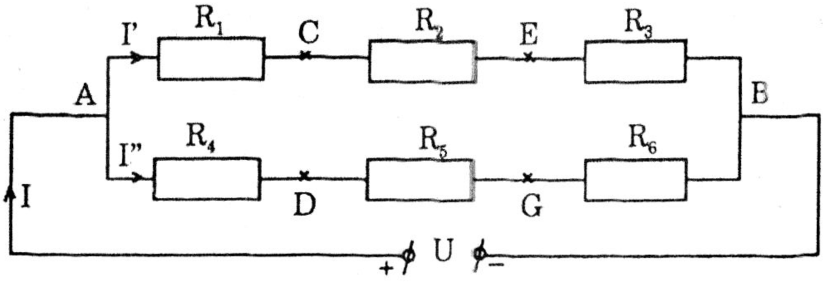
Nên điện thế tại C bằng điện thế tại D và điện thế tại E bằng điện thế tại G, ta có thể xem như mạch không có R_7 và R_8.

Thật vậy, từ (1), ta có được:

$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_5} = \frac{R_3}{R_6} = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{R_4 + R_5 + R_6}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{R_4}{R_4 + R_5 + R_6} \qquad (2)$$

Mà khi không có R_7 và R_8 thì mạch gồm:


I'
R1
C
R2
E
R3
A
B
I"
R4
R5
R6
I
D
G
U
+
–

$$\frac{U_1}{U} = \frac{I'R_1}{I'(R_1 + R_2 + R_3)} = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \qquad (3)$$

$$\frac{U_4}{U} = \frac{I''R_4}{I''(R_4 + R_5 + R_6)} = \frac{R_4}{R_4 + R_5 + R_6} \qquad (4)$$

Từ (2), (3), (4) ⇒ $U_1 = U_4$. Vậy điện thế tại C bằng điện thế tại D, do đó khi có R_7 thì dòng điện cũng không qua R_7. Ta có tương tự cho trường hợp R_8.

Vậy: $R' = R_1 + R_2 + R_3 = 42\Omega$

$R'' = R_4 + R_5 + R_6 = 21\Omega$

Điện trở tương đương là:

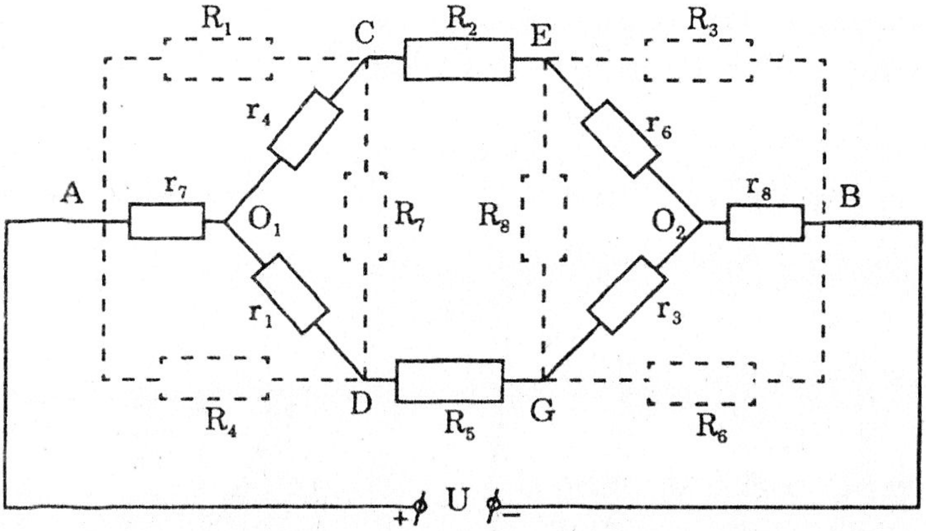
$$R = \frac{R' . R''}{R' + R''} = \frac{42 . 21}{42 + 21} = 14\Omega$$

(Ta cũng có thể chập C với D và E với G, bài toán có kết quả như trên).

Bài 18: Giải lại bài 20 với $R_2 = 7\Omega$. Các điện trở khác có giá trị như cũ.

GIẢI

Do các điện trở không tỉ lệ (như biểu thức (1) của bài trên nên ta có thể chuyển mạch từ tam giác thành hình sao).



Ta có: $r_1 = \dfrac{R_4 . R_7}{R_1 + R_4 + R_7} = \dfrac{7 . 7}{14 + 7 + 7} = \dfrac{7}{4}\Omega$

$$r_4 = \frac{R_1 . R_7}{R_1 + R_4 + R_7} = \frac{14 . 7}{14 + 7 + 7} = \frac{7}{2}\Omega$$

$$r_7 = \frac{R_1 . R_4}{R_1 + R_4 + R_7} = \frac{14 . 7}{14 + 7 + 7} = \frac{7}{2}\Omega$$

Tương tự, tính được:

$$r_3 = \frac{7}{4}\Omega;\ r_6 = r_8 = \frac{7}{2}\Omega$$

Gọi R là điện trở tương đương của r_4, R_2 và r_6. Ta có:

$$R' = r_4 + R_2 + r_6 = \frac{7}{2} + 7 + \frac{7}{2} = 14\Omega$$

Gọi R'' là điện trở tương đương của r_1, R_5 và r_3. Ta có:

$$R'' = r_1 + R_5 + r_3 = \frac{7}{4} + 7 + \frac{7}{4} = 10{,}5\Omega$$

Gọi R_o là điện trở tương đương của R' và R'', ta có:

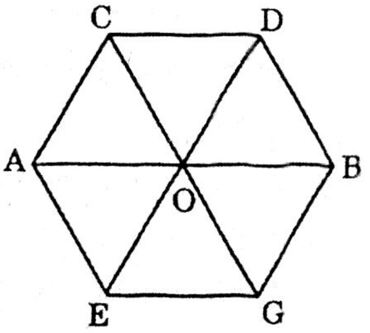
$$R_o = \frac{R'.R''}{R' + R''} = \frac{14.10{,}5}{14 + 10.5} = 6\Omega$$

Điện trở tương đương của mạch là:

$$R = r_7 + R_o + r_8 = \frac{7}{2} + 6 + \frac{7}{2} = 13\Omega$$

Bài 19: **Cho mạch điện như hình vẽ, mỗi phần đoạn mạch có điện trở r (thí dụ như OA, OC, CD, DB ...).**

Tính điện trở tương đương của mạch khi cho dòng điện qua mạch:



1. Vào nút A và ra nút B

2. Vào nút C và ra nút D

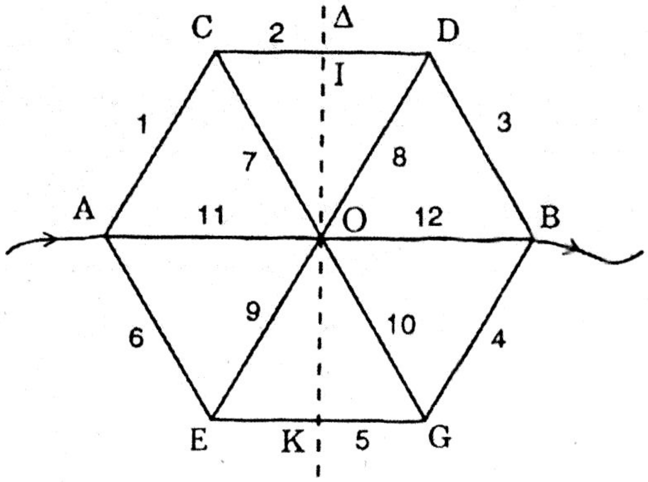
3. Vào nút C và ra nút B

4. Vào nút A và ra nút O

GIẢI

1. • Đặt các đoạn điện trở r có số thứ tự như hình vẽ.

- Ta thấy AC và BD; AE và BG, AO và OB; CO và OD; EO và OG nằm đối xứng nhau qua đường thẳng Δ (đường thẳng qua O và cắt các đoạn CD và EG tại trung điểm I và K của chúng gọi là trục đối xứng trước sau). Do sự đối xứng về điện trở như trên nên có đối xứng về cường độ dòng điện, ta có dòng điện qua đoạn 7 và đoạn 8; đoạn 9 và đoạn 10 có cùng cường độ và cùng chiều nên coi



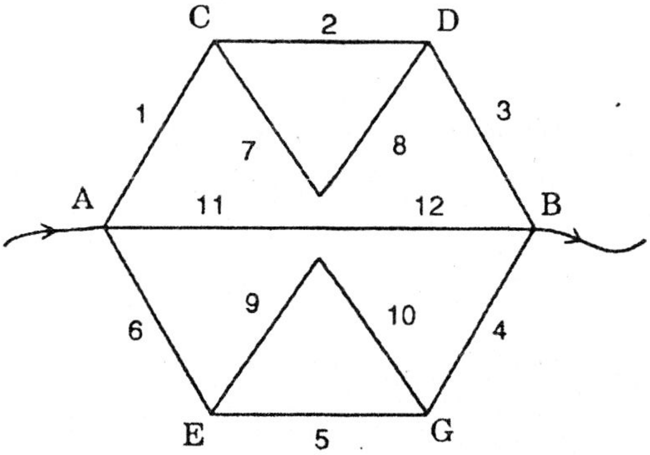
chúng như là mắc nối tiếp, ta có thể tách riêng ra khỏi điểm O thành mạch như hình vẽ dưới.

Ta có: $R_{78} = R_7 + R_8 = r + r = 2r$

$$R_{CD} = \frac{R_{78} \cdot R_2}{R_{78} + R_2} = \frac{2r \cdot r}{2r + r} = \frac{2r}{3}$$

$$R' = R_1 + R_{CD} + R_3 = r + \frac{2r}{3} + r = \frac{8r}{3}$$

Tương tự điện trở tương đương của nhánh có các điện trở được đánh số 4, 5, 6, 9, 10 cũng là $R' = \frac{8r}{3}$



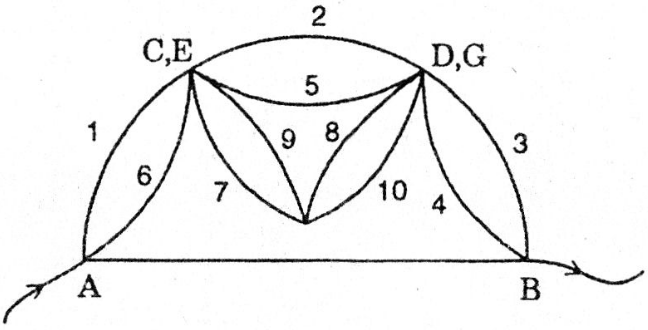
Còn điện trở tương đương của R_{11} và R_{12} là:

$$R_o = R_{11} + R_{12} = r + r = 2r$$

Vậy điện trở tương đương của mạch là:

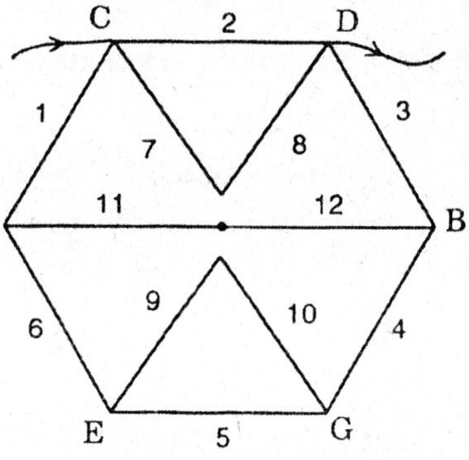
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_o} + \frac{1}{R'} = \frac{3}{8r} + \frac{1}{2r} + \frac{3}{8r} = \frac{5}{4r} \Rightarrow R = \frac{4r}{5}$$

(Ta cũng có thể chập I trùng với O và trùng với K, sau đó tách điện trở tương đương ta có kết quả tương tự. Ngoài ra, ta thấy AC và AE, CD và EG, DB và EG, CO và EO, OD và OG đối xứng nhau qua đường thẳng AB (gọi là trục đối xứng rẽ) nên ta có thể tách O ra như trên và chập C trùng với E và D trùng với G, sau đó tính điện trở tương đương ta có kết quả tương tự).



2. Lí luận tương tự trên, ta có thể tách mạch như sau:

Theo trên, ta có điện trở tương đương của các điện trở được đánh số 4, 5, 6, 9, 10 là $R' = \frac{8r}{3}$, được đánh số 11, 12 là $R_o = 2r$, được đánh số 7, 8 cũng là $R_o = 2r$.



$$\Rightarrow \quad R_{AB} = \frac{R'R_o}{R' + R_o} = \frac{8r}{7}$$

$$R_{1AB3} = R_{AB} + R_1 + R_3 = \frac{8r}{7} + r + r = \frac{22r}{7}$$

Điện trở tương đương của mạch là:

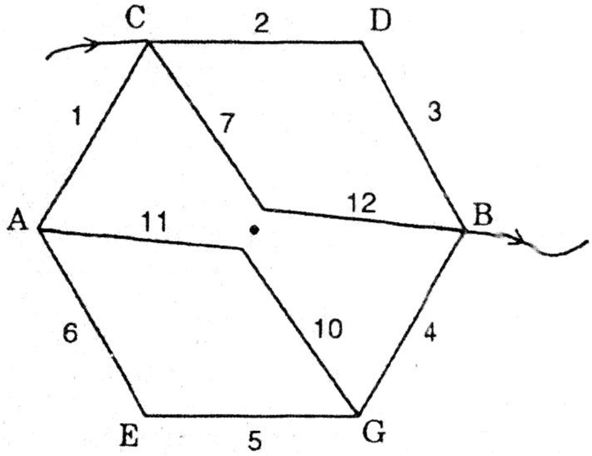
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{1AB3}} + \frac{1}{R_o} + \frac{1}{R_2} = \frac{7}{22r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{r}$$

$$\Rightarrow \quad R = \frac{11r}{20}$$

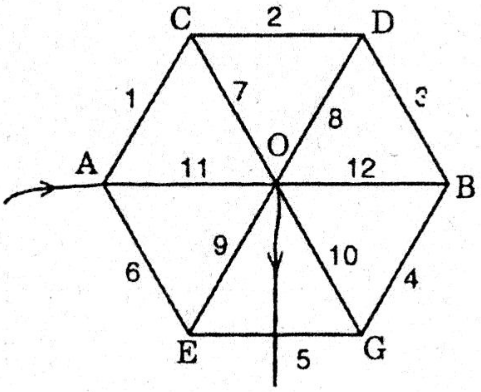
3. Lý luận tương tự trên, khi tách O ra ta có thể cắt bỏ hai điện trở được đánh số 8 và 9 (vì cầu cân bằng).

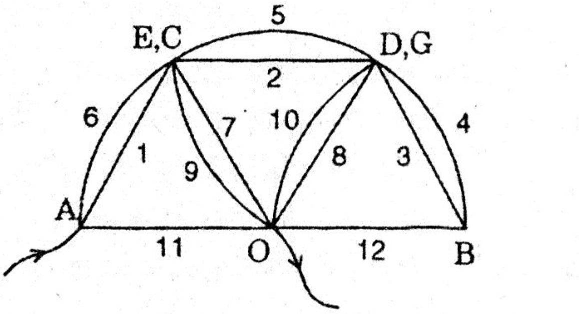
Tính toán ta có kết quả là

$$R = \frac{3r}{4}$$


C
2
D
1
7
3
12
A
11
B
6
10
4
E
5
G

4. Lý luận tương tự trên, trục đối xứng rẽ của mạch là đường AB. Ta chập E trùng với C, D trùng với G.

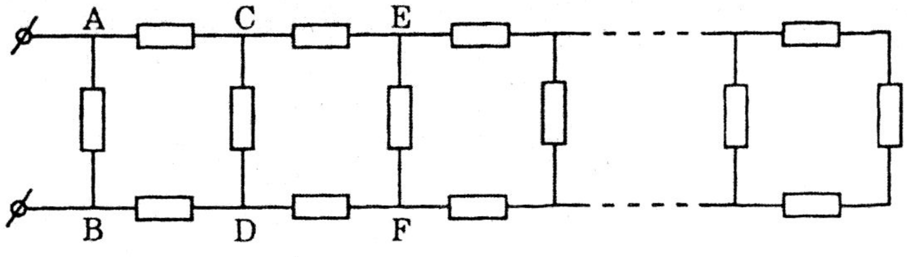

C
2
D
1
7
3
8
O
A
11
12
B
9
10
6
4
E
5
G


5
E,C
D,G
2
6
7
10
4
1
9
8
3
A
11
O
12
B

Tính toán ta có kết quả: $R = \frac{9r}{20}$.

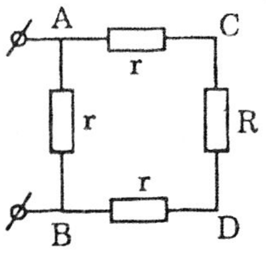
Bài 20: **Có mạch điện dài vô hạn, mỗi điện trở trong một cạnh của một ô là r.**

Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB.



GIẢI

Do mạch điện dài vô hạn nên đoạn mạch từ CD trở đi tương đương với đoạn mạch AB. Gọi R là điện trở tương đương của mạch, ta có:



$$R = \frac{(2r + R) \, . \, r}{(2r + R) + r} = \frac{2r^2 + Rr}{3r + R}$$

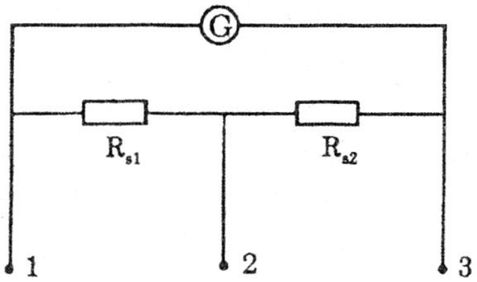
$$\Rightarrow \quad R^2 + 2rR - 2r^2 = 0$$

$$\Rightarrow \quad \left[\begin{array}{l} R = r(\sqrt{3} - 1) \\ R = -r(\sqrt{3} + 1) \text{ (loại)} \end{array}\right.$$

Vậy điện trở tương đương của mạch là:

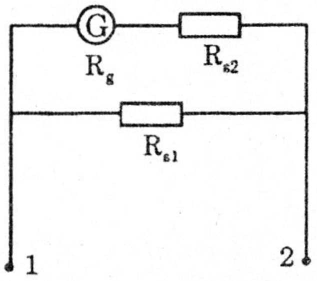
$$R = r(\sqrt{3} - 1)$$

Bài 21: Một ampe kế có sơ đồ cấu tạo như hình vẽ. Nếu dùng hai chốt 1 và 2 thì đo được cường độ dòng điện lớn nhất là 2A. Nếu dùng hai chốt 2 và 3 thì đo được cường độ dòng điện lớn nhất là 3A. Hỏi nếu dùng hai chốt 1 và 3 thì đo được cường độ lớn nhất là bao nhiêu?



GIẢI

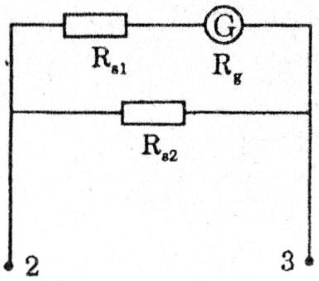
- Khi dùng hai chốt 1 và 2, ta có:



$$I_g = \frac{I_1}{1 + \dfrac{R_g + R_{s_2}}{R_{s_1}}}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{I_g}{I_1} = \frac{R_{s_1}}{R_{s_1} + R_{s_2} + R_g} \qquad (1)$$

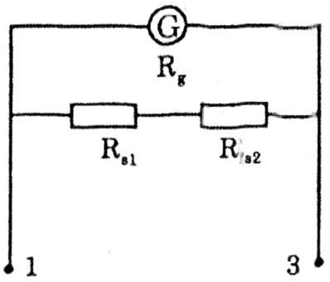
- Khi dùng hai chốt 2 và 3 ta có:



$$I_g = \frac{I_2}{1 + \dfrac{R_g + R_{s_1}}{R_{s_2}}}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{I_g}{I_2} = \frac{R_{s_2}}{R_{s_1} + R_{s_2} + R_g} \qquad (2)$$

- Khi dùng hai chốt 1 và 3, ta có:



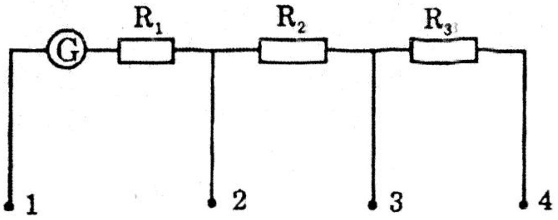
$$I_g = \frac{I_3}{R_{s_1} + R_{s_2}}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{I_g}{I_3} = \frac{R_{s_1} + R_{s_2}}{R_{s_1} + R_{s_2} + R_g} \qquad (3)$$

Từ (1), (2) và (3), ta có:

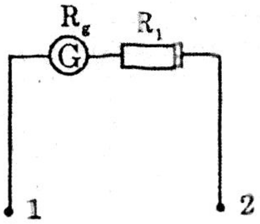
$$\frac{I_g}{I_3} = \frac{I_g}{I_1} + \frac{I_g}{I_2} \qquad \Rightarrow \qquad I_3 = \frac{I_1 . I_2}{I_1 + I_2} = 1{,}2A$$

Bài 22: **Một vôn kế có sơ đồ cấu tạo như hình vẽ. Điện kế G có điện trở 10Ω và chịu được hiệu điện thế lớn nhất là 0,2V. Khi dùng hai chốt 1 và 2 thì hiệu điện thế đo được lớn nhất là 5V, dùng hai chốt 1 và 3 là 25V; dùng hai chốt 1 và 4 là 250V. Tính các điện trở phụ R_1, R_2, R_3.**



GIẢI

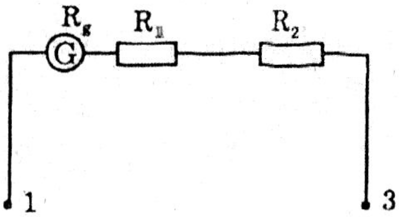
- Khi dùng hai chốt 1 và 2, ta có:



$$U_g = \frac{U_1}{1 + \frac{R_1}{R_g}}$$

$$\Rightarrow \quad R_1 = \frac{U_1R_g}{U_g} - R_g = \frac{5 . 10}{0{,}2} - 10 = 240\Omega$$

- Khi dùng hai chốt 1 và 3, ta có:

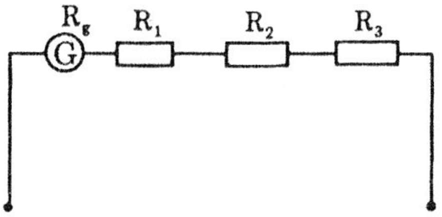


$$U_g = \frac{U_2}{1 + \frac{R_1 + R_2}{R_g}}$$

$$\Rightarrow \quad R_2 = \frac{U_2R_g}{U_g} - R_g - R_1$$

$$R_2 = \frac{25 . 10}{0{,}2} - 10 - 240 = 1000\Omega$$

- Khi dùng hai chốt 1 và 3, ta có:

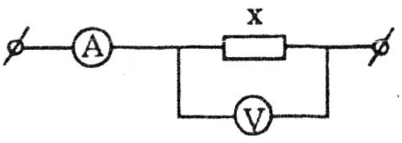


$$U_g = \frac{U_3}{1 + \dfrac{R_1 + R_2 + R_3}{R_g}}$$

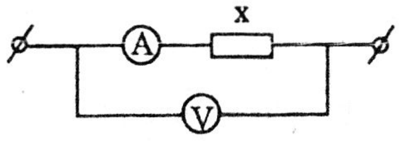
$$\Rightarrow \quad R_3 = \frac{U_3 R_g}{U_g} - R_g - R_1 - R_2$$

$$R_3 = \frac{250\,.\,10}{0,2} - 10 - 240 - 1000 = 11250\Omega$$

Bài 23: **Để đo điện trở x bằng vôn kế (có điện trở là R_v) và ampe kế (có điện trở là R_a). Người ta dùng một trong hai sơ đồ sau:**



(sơ đồ a)

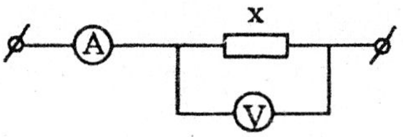


(sơ đồ b)

Giá trị của x được tính gần đúng là $\frac{U}{I}$ với U là số chỉ của vôn kế và I là số chỉ của ampe kế. Hỏi nên dùng sơ đồ nào?

GIẢI

- Khi dùng sơ đồ A:



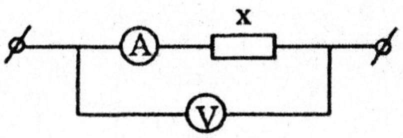
Ta có: $\frac{U}{I} = \frac{x\,.\,R_v}{R + R_v} = x'$

Với x' là giá trị đo được của x, như vậy sai số tương đối là:

$$\frac{\Delta x}{x} = \left|\frac{x - x'}{x}\right| = \left|\frac{x - \dfrac{x\,.\,R_v}{x + R_v}}{x}\right| = \frac{x}{R_v + x} \quad \Rightarrow \quad \frac{\Delta x}{x} = \frac{1}{\dfrac{R_v}{x} + 1}$$

Ta thấy khi x có giá trị nhỏ thì sai số nhỏ và ngược lại. Như vậy sơ đồ a dùng để đo điện trở x có giá trị nhỏ.

- Khi dùng sơ đồ B:

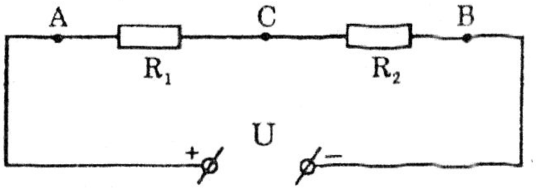


Ta có: $\frac{U}{I} = R_a + x = x'$

Tương tự trên:

$\frac{\Delta x}{x} = \left|\frac{x - x'}{x}\right| = \frac{R_a}{x}$, ta thấy khi x có giá trị nhỏ thì sai số tương đối lớn và ngược lại. Như vậy b là sơ đồ dùng để đo điện trở x có giá trị lớn.

Bài 24: Có hai điện trở R_1, R_2 mắc nối tiếp nhau giữa hai điểm có hiệu điện thế không đổi U.

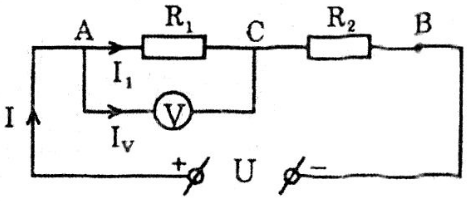


Khi lần lượt mắc vôn kế giữa A và B, A và C, C và B thì vôn kế lần lượt chỉ 180V, 60V, 100V.

Tính sai số tương đối của phép đo hiệu điện thế trên R_1 và R_2.

GIẢI

- Khi vôn kế mắc giữa A và B thì vôn kế chỉ $U_{AB} = U = 180V$ và giá trị này cũng là giá trị U_{AB} khi không có vôn kế.
- Khi vôn kế mắc giữa A và C, ta có



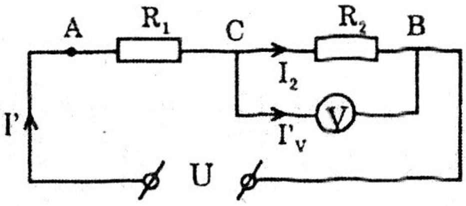
$I = I_1 + I_V$.

$$\Rightarrow \quad \frac{U_{CB}}{R_2} = \frac{U_{AC}}{R_1} + \frac{U_{AC}}{R_V}$$

Với $U_{CB} = U - U_{AC} = 180 - 60 = 120V$ (Do vôn kế chỉ $U_{AC} = 60V$)

$$\Rightarrow \quad \frac{120}{R_2} = \frac{60}{R_1} + \frac{60}{R_V} \quad \Rightarrow \quad \frac{2}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_V} \qquad (1)$$

- Khi vôn kế mắc giữa C và B, ta có:



$I' = I_2 + I'_V$

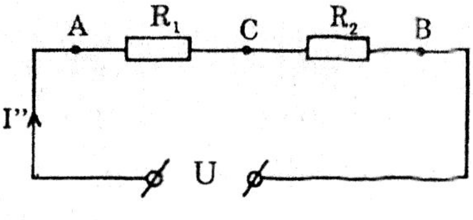
$$\Rightarrow \quad \frac{U'_{AC}}{R_1} = \frac{U'_{CB}}{R_2} + \frac{U'_{CB}}{R_V}$$

với $U'_{AC} = U - U'_{CB} = 180 - 100 = 80V$ (Do vôn kế chỉ $U'_{CB} = 100V$)

$$\Rightarrow \quad \frac{80}{R_1} = \frac{100}{R_2} + \frac{100}{R_V} \quad \Rightarrow \quad \frac{4}{R_1} = \frac{5}{R_2} + \frac{5}{R_V} \qquad (2)$$

Từ (1), (2) ta có: $R_1 = 0,6R_2$

- Khi không mắc vôn kế, ta có hiệu điện thế U_1 và U_2 trên các điện trở R_1 và R_2 được tính:



$U = U_1 + U_2$

Mà: $U_1 = I''R_1$; $U_2 = I''R_2$

$$\Rightarrow \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{0,6R_2}{R_2} = 0,6 \qquad \Rightarrow \quad U_1 = 0,6U_2$$

$$\Rightarrow \quad U_1 = 67,5V;\ U_2 = 112,5V$$

Vậy sai số tương đối trên phép đo hiệu điện thế trên R_1 và R_2 là:

$$\frac{\Delta U_1}{U_1} = \left|\frac{U_1 - U_{AC}}{U_1}\right| = \left|\frac{67{,}5 - 60}{67{,}5}\right| \approx 0{,}111 = 11{,}1\%$$

$$\frac{\Delta U_2}{U_2} = \left|\frac{U_2 - U'_{CB}}{U_2}\right| = \left|\frac{112{,}5 - 100}{112{,}5}\right| \approx 0{,}111 = 11{,}1\%$$

Bài 25: **Có hai điện trở R_1 và R_2 mắc song song giữa hai điểm có hiệu điện thế không đổi U = 10V. Khi mắc một ampe kế (có điện trở $R_a = 1\Omega$) để đo dòng qua R_1 thì ampe kế chỉ 1A, đo dòng qua R_2 thì ampe kế chỉ 2A.**

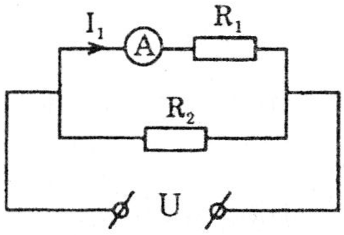
Tính sai số tương đối của phép đo cường độ dòng điện qua R_1 và qua R_2.

GIẢI

- Khi đo cường độ dòng điện qua R_1, ta có:

$$I_1 = \frac{U}{R_a + R_1} \quad \Rightarrow \quad R_1 = \frac{U}{I_1} - R_a$$

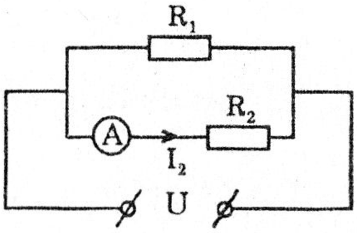
$$R_1 = \frac{10}{1} - 1 = 9\Omega$$



- Khi đo cường độ dòng điện qua R_2, ta có:

$$I_2 = \frac{U}{R_a + R_2} \quad \Rightarrow \quad R_2 = \frac{U}{I_2} - R_a$$

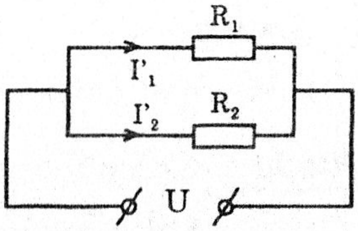
$$R_2 = \frac{10}{2} - 1 = 4\Omega$$



- Khi không có ampe kế, thì cường độ thật sự qua R_1 và R_2 là:

$$I'_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{10}{9}A$$

$$I'_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{10}{4} = 2{,}5A$$



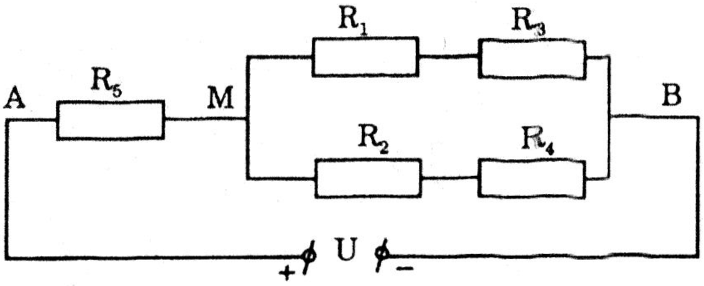
Vậy sai số khi đo cường độ dòng điện qua R_1 và qua R_2 là:

$$\frac{\Delta I_1}{I'_1} = \left|\frac{I'_1 - I_1}{I'_1}\right| = \left|\frac{\frac{10}{9} - 1}{\frac{10}{9}}\right| = 0{,}1 = 10\%$$

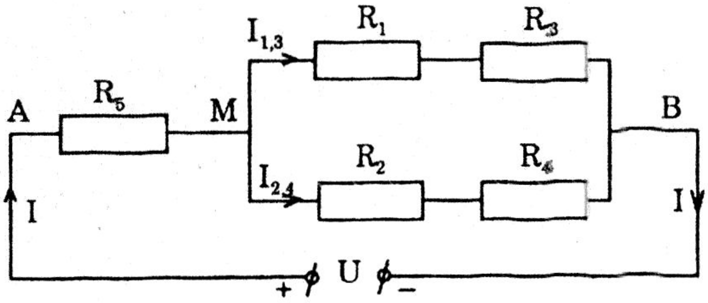
$$\frac{\Delta I_2}{I'_2} = \left|\frac{I'_2 - I_2}{I'_2}\right| = \left|\frac{2{,}5 - 2}{2{,}5}\right| = 0{,}2 = 20\%$$

Bài 29: **Cho mạch điện như hình vẽ:**

$R_1 = R_2 = R_3 = 5\Omega$; $R_5 = 6\Omega$; $U = 24V$. Công suất nhiệt trên R_3 là 7,2W. Tính công suất nhiệt trên R_4.



GIẢI



Ta có: $P_3 = R_3.I_{13}^2$

$$\Rightarrow \quad I_{13} = \sqrt{\frac{P_3}{R_3}}$$

$$= \sqrt{\frac{7,2}{5}} = 1,2A$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm M và B:

$$U_{MB} = I_{13}(R_1 + R_3) = 12V$$

Hiệu điện thế giữa hai điểm A và M:

$$U_{AM} = U - U_{AB} = 24 - 12 = 12V$$

Cường độ dòng điện mạch chính: $I = \frac{U_{AM}}{R_5} = \frac{12}{6} = 2A$

Cường độ dòng điện qua R_4: $I_{24} = I - I_{13} = 2 - 1,2 = 0,8A$

Điện trở tương đương R_2 và R_4: $R_{24} = \frac{U_{MB}}{I_{24}} = \frac{12}{0,8} = 15\Omega$

Điện trở R_4: $R_4 = R_{24} - R_2 = 10\Omega$

Công suất nhiệt trên R_4: $P_4 = R_4.I_{24}^2 = 10.(0,8)^2 = 6,4W$

Bài 30: **Có hai điện trở R_1 và R_2 mắc giữa hai điểm có hiệu điện thế $U = 12V$. Khi R_1 ghép nối tiếp với R_2 thì công suất của mạch là 4W. Khi R_1 ghép song song với R_2 thì công suất của mạch là 18W. Tính R_1 và R_2.**

GIẢI

- Khi R_1 ghép nối tiếp R_2:

Ta có: $P_1 = \frac{U^2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_1 + R_2 = \frac{U^2}{P_1} = \frac{12^2}{4}$

$$R_1 + R_2 = 36\Omega \qquad (1)$$

- Khi R_1 ghép song song với R_2:

Ta có: $$P_2 = \frac{U^2}{\dfrac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2}} \Rightarrow \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U^2}{P_2} = \frac{12^2}{18}$$

$$\frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = 8 \Rightarrow R_1.R_2 = (R_1 + R_2)8 = 36.8$$

$$R_1.R_2 = 288\Omega^2 \quad (2)$$

Từ (1) $\Rightarrow$ $R_1 = 36 - R_2$ (3)

Thay (3) vào (2), ta có phương trình: $R_2^2 - 36R_2 + 288 = 0$

Giải phương trình trên, ta được: $R_2 = 24\Omega$; $R'_2 = 12\Omega$

Vậy: nếu $R_2 = 24\Omega$ thì $R_1 = 12\Omega$

nếu $R'_2 = 12\Omega$ thì $R'_1 = 24\Omega$

Bài 31: Một gia đình có hai đèn loại 220V - 40W, 220V - 100W và một bếp điện loại 220V - 1000W. Nguồn điện sử dụng có hiệu điện thế ổn định là 220V.

1. Cho biết ý nghĩa các số liệu ghi trên mỗi dụng cụ.

2. Cách mắc các dụng cụ trên vào mạch điện.

3. Tính điện trở mỗi dụng cụ.

4. Trong một ngày đêm, các đèn dùng trung bình 5 giờ, bếp điện dùng 2 giờ. Tính điện năng tiêu thụ và số tiền điện phải trả trong một tháng (30 ngày). Biết 1KWh điện giá 550 đồng.

GIẢI

1. - Số vôn là hiệu điện thế cần sử dụng để dụng cụ hoạt động bình thường (gọi là hiệu điện thế định mức, ký hiệu U_{dm}).
   - Số oát là công suất tiêu thụ của dụng cụ khi đã sử dụng bình thường nghĩa là mắc vào đúng hiệu điện thế định mức (gọi là công suất định mức, ký hiệu P_{dm}).

2. Do U_{dm} của các dụng cụ đúng bằng hiệu điện thế mạng điện 220V nên chúng phải mắc song song vào mạng điện.

3. $$R_{d_1} = \frac{U^2_{1_{dm}}}{P_{1_{dm}}} = \frac{(220)^2}{40} = \frac{48400}{40} = 1210\Omega$$

$$R_{d_2} = \frac{U^2_{2_{dm}}}{P_{2_{dm}}} = \frac{(220)^2}{100} = 484\Omega$$

$$R_b = \frac{U^2_{2_{dm}}}{P_{dm}} = \frac{(220)^2}{1000} = 48,4\Omega$$

4. Do các dụng cụ sử dụng đúng giá trị định mức nên:

$$A = P_{1_{dm}}.t_1 + P_{2_{dm}}.t_2 + P_{3_{dm}}.t_3$$

$$= 40.5.30 + 100.5.30 + 1000.2.30$$

$$= (40.5 + 100.5 + 1000.2)30 = 81000Wh$$

$$A = 81kWh$$

Và tiền điện phải trả là: 81.550đ = 44550đ

Bài 32: **Cho hai đèn Đ$_1$: 120V - 40W; Đ$_2$: 120V - 60W. Tìm cường độ qua đèn và độ sáng mỗi đèn trong hai trường hợp? Đèn nào sáng hơn?**

1. Mắc hai đèn song song vào mạng điện có hiệu điện thế 120V.

2. Mắc nối tiếp hai đèn vào mạng điện có hiệu điện thế 240V.

GIẢI

1. Hai đèn sử dụng đúng giá trị định mức nên chúng sáng bình thường và dòng điện qua chúng đúng giá trị định mức:

$$I_1 = \frac{P_{1_{dm}}}{U_{1_{dm}}} = \frac{40}{120} = 0{,}33A \quad ; \quad I_2 = \frac{P_{2_{dm}}}{U_{2_{dm}}} = \frac{60}{120} = 0{,}5A$$

Và: $P_1 = P_{1_{dm}} = 40W$; $P_2 = P_{2_{dm}} = 60W$

Nên đèn Đ$_2$ sáng hơn Đ$_1$.

2. Khi chúng mắc nối tiếp, cường độ dòng điện qua hai đèn là như nhau:

$$I_1 = I_2 = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

Với: $R_1 = \frac{U^2_{1_{dm}}}{P_{1_{dm}}} = \frac{(120)^2}{40} = 360\Omega$

$$R_2 = \frac{U^2_{2_{dm}}}{P_{2_{dm}}} = \frac{(120)^2}{60} = 240\Omega$$

Nên: $I_1 = I_2 = \frac{240}{360 + 240} = 0{,}4A$

Do $I_1 = 0{,}4A > I_{1_{dm}} = 0{,}33A$ nên Đ$_1$ quá sáng.

$I_2 = 0{,}4A < I_{2_{dm}} = 0{,}5A$ nên đèn Đ$_2$ mờ.

Lúc đó: $P_1 = R_1.I_1^2 = 360.(0{,}4)^2 = 57{,}6W$

Và $P_2 = R_2.I_2^2 = 240.(0{,}4)^2 = 38{,}4W$

Nên Đ$_1$ sáng hơn Đ$_2$.

Bài 33: **Một ấm điện có ghi 120V - 480W.**

1. **Tính điện trở của ấm và dòng điện qua ấm khi dùng điện có hiệu điện thế 120V.**
2. **Dùng ấm trên để đun sôi 1,2 lít nước ở 20°C. Tìm thời gian đun sôi lượng nước trên, biết hiệu suất của ấm là 70%. Cho c = 4200J/kg.K.**

GIẢI

1. Điện trở của ấm điện là: $R = \dfrac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \dfrac{(120)^2}{480} = 30\Omega$

Và dòng điện qua ấm lúc này: $I = \dfrac{U}{R} = \dfrac{120}{30} = 4A$

2. Nhiệt lượng cần để đun sôi 1,2 lít nước:

$$Q_1 = m.c(t_2 - t_1) = 4200.1,2(100 - 20) = 403200J$$

Nhiệt lượng do dòng điện cung cấp:

Từ: $H = \dfrac{Q_1}{Q}.100\% \quad \Rightarrow \quad Q = \dfrac{Q_1}{H}.100\% = \dfrac{403200}{70\%}.100\% = 576000J$

Và thời gian dùng để đun sôi nước:

$$Q = RI^2t = P.t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{Q}{P} = \frac{576000}{480} = 1200s = 20min$$

Bài 34: **Một điện trở làm bằng dây nikêlin cuốn thành 100 vòng trên một lõi sứ hình trụ đường kính D = 4cm. Biết đường kính dây điện trở là d = 0,1mm và điện trở suất của nó ở 20°C là $\rho = 4.10^{-7}\Omega m$.**

1. **Tính điện trở ống dây ở 20°C.**
2. **Tính điện trở của ống dây ở 120°C. Biết hệ số nhiệt điện trở của Nikêlin là $4.10^{-5}\ K^{-1}$. Suy ra điện trở suất Nikêlin ở 100°C.**

GIẢI

1. Ta có $R_1 = \rho.\dfrac{l}{s}$ (R_1 là điện trở ở 20°C).

Với: $l = N\pi D$; $S = \pi\dfrac{d^2}{4}$

$$\Rightarrow \quad R_1 = \rho.\frac{N\pi D}{\pi\dfrac{d^2}{4}} = \frac{4\rho ND}{d^2} = \frac{4 . 4 . 10^{-7} . 100 . 4 . 10^{-2}}{(0,1 . 10^{-3})^2} = 640\Omega$$

2. Điện trở dây dẫn phụ thuộc nhiệt độ bằng công thức:

$R_t = R_o(1 + \alpha t)$ với R_o là điện trở 0°C

Ta có thể chuyển công thức trên về dạng:

$$R_2 = R_1(1 + \alpha.\Delta t);\ \Delta t = t_2 - t_1$$

$$\Rightarrow \quad R_2 = 640[1 + 4.10^{-5}(120 - 20)] = 642,56\Omega$$

Tương tự, điện trở suất cũng thay đổi theo nhiệt độ:

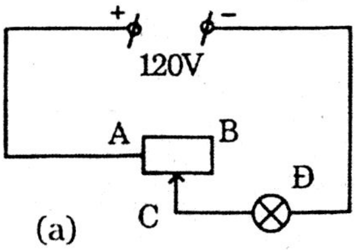
$$\rho_2 = \rho_1(1 + \alpha.\Delta t)$$

$$\rho_2 = 4.10^{-7}.(1 + 4.10^{-5}.100) = 4,016.10^{-7}\ \Omega m$$

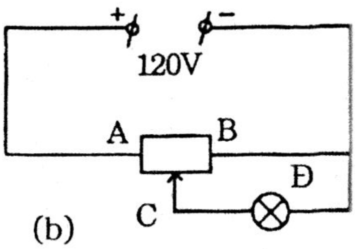
Bài 35: **Một đèn có ghi 24V - 12W. Để sử dụng với hiệu điện thế 120V người ta mắc đèn với biến trở R theo hai sơ đồ sau. Biết biến trở R có giá trị tối đa là 200Ω.**

1. Tìm giá trị con chạy C ở mỗi sơ đồ.

2. Hiệu suất của mỗi cách sử dụng trên?

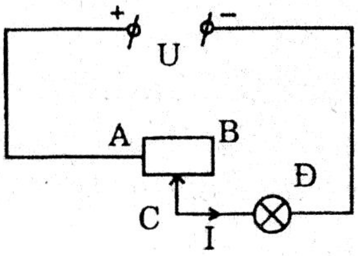


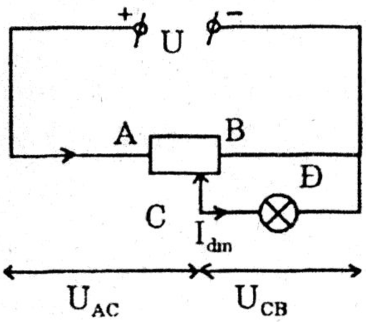
(a)



(b)

GIẢI





1. Điện trở và cường độ dòng điện định mức của đèn:

$$R_d = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{24^2}{12} = 48\Omega \qquad \text{và} \qquad I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{12}{24} = 0,5A$$

+ Trong sơ đồ (a), để đèn Đ sáng bình thường ta phải có:

$$I = I_{dm} = \frac{U}{R_{AC} + R_d}$$ (R_{AC}: điện trở đoạn AC của biến trở)

Từ đó: $$R_{AC} = \frac{U}{I_{dm}} - R_d = \frac{120}{0,5} - 48 = 192\Omega$$

+ Trong sơ đồ (b), để đèn sáng bình thường ta phải có:

$$U_{CB} = U_{dm} = 24V$$

Mà $U_{AC} + U_{CB} = U \quad \Rightarrow \quad U_{AC} = U - U_{CB} = 96V$

Mặt khác: $\frac{R_{AC}}{R_{CB}} = \frac{U_{AC}}{U_{CB}} = \frac{96}{24} = 4$ hay: $R_{AC} = 4.R_{CB}$

(với R_{CB} là điện trở tương đương của đoạn CB)

Đặt $R_{AC} = x$, từ đó:

$$x = 4.\frac{(200-x).R_d}{200-x+R_d} = 4.\frac{(200-x)48}{248-x}$$

Hay: $x^2 - 440x + 38400 = 0$

Giải phương trình bậc 2 ta được:

$x_1 = 320\Omega$ (loại do x không thể lớn hơn 200Ω)

$x_2 = 120\Omega$

Vậy: $R_{AC} = 120\Omega$

2. + Đối với sơ đồ (a):

Công suất có ích là P_{dm} của đèn.

Công suất toàn phần là công suất toàn mạch.

$$P = U.I = 120.0,5 = 60W$$

$$\Rightarrow \quad H_1 = \frac{P_{dm}}{P}.100\% = \frac{12}{60}.100\% = 20\%$$

+ Đối với sơ đồ (b):

Công suất có ích vẫn là P_{dm} của đèn.

Công suất toàn phần là:

$P' = UI$ với I là cường độ dòng điện qua mạch chính: $I = I_{dm} + I'$

Trong đó: $I' = \frac{U_{CB}}{200-x} = \frac{24}{80} = 0,3A$

Từ đó: $P' = U(I_d + I') = 120(0,5 + 0,3) = 96W$

Và hiệu suất sử dụng điện:

$$H_2 = \frac{P_{dm}}{P'}.100\% = \frac{12}{96}.100\% = 12,5\%$$

Bài 36 **Cầu chì trong mạch điện có tiết diện $S = 0,1mm^2$, ở nhiệt độ 27°C. Biết rằng khi đoản mạch thì cường độ dòng điện qua dây chì là $I = 10A$. Hỏi sau bao lâu thì dây chì đứt? Bỏ qua sự tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh, sự thay đổi của điện trở và kích thước dây chì theo nhiệt độ. Cho biết nhiệt dung riêng, điện trở suất, khối lượng riêng, nhiệt nóng chảy và nhiệt độ nóng chảy của chì lần lượt là:**

$c = 120$ J/kg K; $\rho = 0,22.10^{-6}$ Ωm;

$D = 11300kg/m^3$; $\lambda = 25000J/kg$; $t_c = 327°C$

GIẢI

Gọi Q là nhiệt lượng do dòng điện I tỏa ra trong thời gian t, ta có:

$$Q = R.I^2.t = \rho\frac{l}{S}.I^2t \qquad (l\text{: chiều dài dây chì})$$

Gọi Q' là nhiệt lượng do dây chì thu vào để tăng từ 27°C đến nhiệt độ nóng chảy $t_C = 327°C$ và nóng chảy hoàn toàn ở điểm nóng chảy, ta có:

$$Q' = m.c.\Delta t + m\lambda$$

Với m là khối lượng dây chì: $m = D.V = D.l.S$

Từ đó: $Q' = D.l.S\,(c.\Delta t + \lambda)$

Do không có sự mất nhiệt, ta có:

$$Q = Q' \text{ hay: } \rho\frac{l}{S}I^2t = DlS\,(c.\Delta t + \lambda)$$

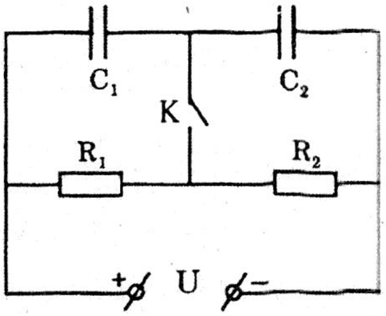
$$\Rightarrow \quad t = \frac{DS^2}{\rho I^2}(c.\Delta t + \lambda)$$

Thay số vào, ta được: t = 0,31s

Bài 37: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

$R_1 = 40\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $C_1 = 10\mu$, $C_2 = 15\mu F$, $U = 30V$, điện trở khóa K không đáng kể.

Tính hiệu điện thế và điện tích trên các tụ khi:



1. K mở **2. K đóng**

Biết lúc đầu K mở và các tụ chưa tích điện.

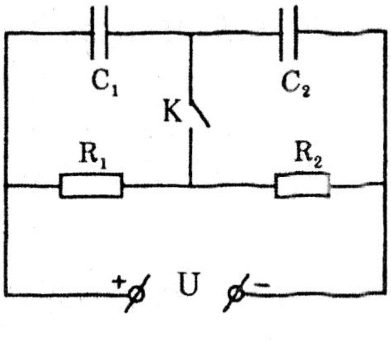
GIẢI

1. *Khi K mở, ta có C_1* nt C_2 nên điện dung bộ tụ là:

$$C = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2} = \frac{10 . 15}{10 + 15} = 6\mu F$$

Điện tích trên mỗi tụ là:

$$q = q_1 = q_2 = C.U = 6.30 = 180\mu C$$



Hiệu điện thế trên mỗi tụ:

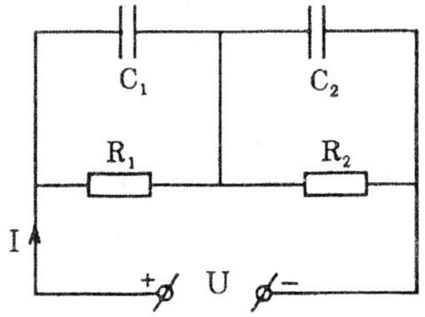
$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = 18V$$

$$U_2 = \frac{q_2}{C_2} = 12V$$

2. *Khi K đóng:*

Cường độ dòng điện qua các điện trở (lưu ý là dòng điện 1 chiều không đi qua được tụ) là:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{30}{40 + 20} = 0{,}5A$$



Hiệu điện thế và điện tích trên các tụ là:

$$U_1 = IR_1 = 0{,}5.40 = 20V$$

$$U_2 = IR_2 = 0{,}5.20 = 10V$$

$$q_1 = C_1.U_1 = 10.20 = 200\mu C$$

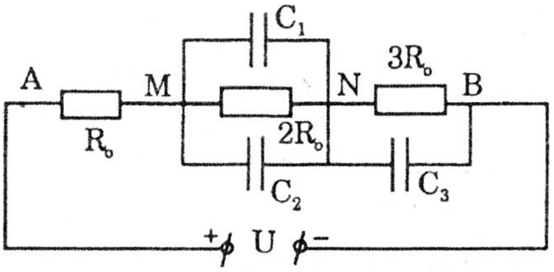
$$q_2 = C_2.I_2 = 15.10 = 150\mu C$$

Bài 38: **Có mạch điện như hình vẽ:**

$U = 60V$, $C_1 = 10\mu F$,

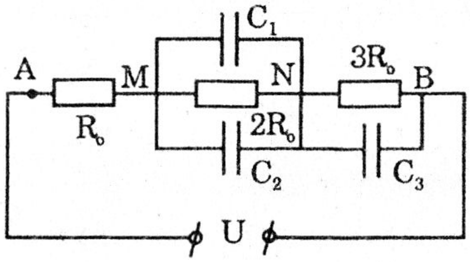
$C_2 = 20\mu F$, $C_3 = 30\mu F$.

Tính điện tích trên mỗi tụ. Biết trước khi nối vào mạch các tụ chưa tích điện.



GIẢI

Do R_{AM} nt R_{MN} nt R_{NB} nên điện trở tương đương của mạch là:



$$R = R_{AM} + R_{MN} + R_{NB}$$

$$= R_o + 2R_o + 3R_o = 6R_o$$

Cường độ dòng điện qua mạch là

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10}{R_o}$$

Hiệu điện thế trên mỗi tụ là:

$$U_1 = U_2 = U_{MN} = IR_{MN} = \frac{10}{R_o}.2R_o = 20V$$

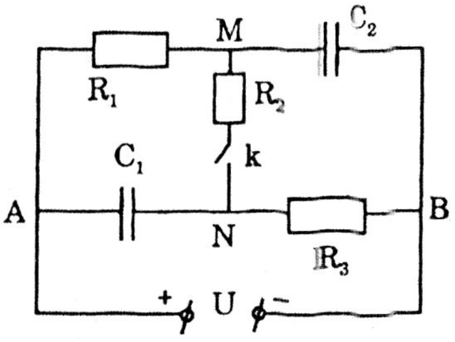
$$U_3 = U_{NB} = IR_{NB} = \frac{10}{R_o}.3R_o = 30V$$

Vậy điện tích trên mỗi tụ là:

$$q_1 = C_1.U_1 = 10.20 = 200\mu C$$

$$q_2 = C_2.U_2 = 20.20 = 400\mu C$$

$$q_3 = C_3.U_3 = 30.30 = 900\mu C$$



Bài 39: **Cho mạch điện như hình vẽ:**

$R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 8\Omega$; $R_3 = 6\Omega$;

$U = 9V$; $C_1 = 10\mu F$; $C_2 = 5\mu F$

$R_K \approx 0$

Tính điện tích trên các tụ khi:

1. k mở **2. k đóng**

Biết lúc đầu các tụ chưa tích điện.

GIẢI

1. *Khi k mở*, không có dòng điện đi qua R_1, R_2 và R_3 nên hiệu điện thế trên các tụ bằng nhau và bằng U.

Điện tích trên các tụ:

$$q_1 = C_1U = 10.9 = 90\mu C$$

$$q_2 = C_2U = 5.9 = 45\mu C$$

2. *Khi k đóng:* R_1 nt R_2 nt R_3

Dòng điện qua mạch:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{9}{4 + 8 + 6} = 0,5A$$

Hiệu điện thế trên các tụ:

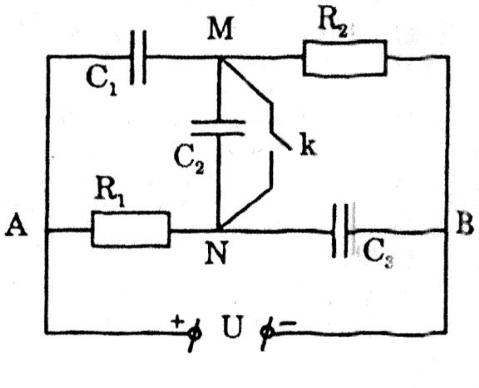
$$U'_1 = U'_{AN} = I(R_1 + R_2) = 0,5.12 = 6V$$

$$U'_2 = U'_{MB} = I(R_2 + R_3) = 0,5.14 = 7V$$

Điện tích trên các tụ:

$$q'_1 = C_1U'_1 = 10.6 = 60\mu F$$

$$q'_2 = C_2U'_2 = 5.7 = 35\mu F$$



Bài 40: **Cho mạch điện như hình vẽ:**

$R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 12\Omega$; $U = 18V$;

$C_1 = 4\mu F$; $C_2 = 5\mu F$; $C_3 = 20\mu F$;

$R_K \approx 0$

Tính điện tích và hiệu điện thế trên các tụ khi:

1. k mở

2. k đóng

Biết lúc đầu các tụ điện chưa tích điện.

GIẢI

1. *Khi k mở,* dòng điện không qua các điện trở và các tụ C_1, C_2, C_3 nối tiếp nhau.

Điện dung bộ tụ:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{20} = \frac{10}{20} \quad \Rightarrow \quad C = 2\mu F$$

Điện tích các tụ:

$$q_1 = q_2 = q_3 = q = C.U = 2.18 = 36\mu F$$

Hiệu điện thế trên các tụ:

$$U_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{36}{4} = 9V$$

$$U_2 = \frac{q_2}{C_2} = \frac{36}{5} = 7{,}2V$$

$$U_3 = \frac{q_3}{C_3} = \frac{36}{20} = 1{,}8V$$

2. *Khi k đóng,* R_1 nt R_2, cường độ dòng điện qua mạch là:

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{18}{6 + 12} = 1A$$

Do đoản mạch M và N nên hiệu điện thế hai đầu mỗi tụ là:

$$U'_1 = IR_1 = 1.6 = 6V$$

$$U'_2 = IR_K = 0$$

$$U'_3 = IR_2 = 1.12 = 12V$$

Điện tích trên các tụ:

$$q'_1 = C_1U'_1 = 4.6 = 24\mu C$$

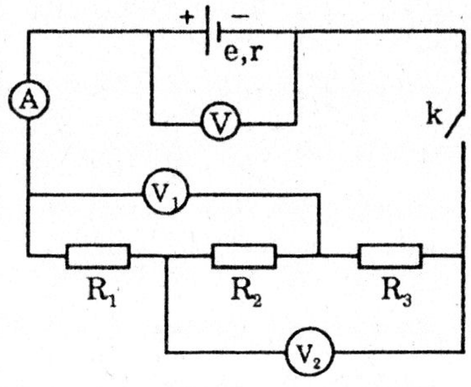
$$q'_2 = C_2U'_2 = 0$$

$$q'_3 = C_3U'_3 = 20.12 = 240\mu C$$

Bài 41: **Cho mạch điện như hình vẽ. Các vôn kế có điện trở rất lớn, ampe kế và khóa k có điện trở rất nhỏ.**

- **k mở, vôn kế V chỉ 16V.**
- **k đóng, vôn kế V_1 chỉ 10V, vôn kế V_2 chỉ 12V, ampe kế A chỉ 1A.**

Tính điện trở trong của nguồn. Biết $R_3 = 2R_1$.



GIẢI

- *k mở,* vôn kế V chỉ U_m với:

$U_m = e - rI_m$ mà $I_m = 0$

$\Rightarrow U_m = e = 16V$

Khi k đóng, do các vôn kế có điện trở rất lớn và ampe kế khóa k có điện trở rất nhỏ nên mạch gồm R_1 nt R_2 nt R_3. Ta có:

Vôn kế V_1 chỉ: $U_{12} = U_1 + U_2 = 10V$ (1)

Vôn kế V_2 chỉ: $U_{23} = U_2 + U_3 = 12V$ (2)

Trừ (2) và (1) theo từng vế, ta có:

$U_3 - U_1 = 2V$

Mà $U_3 = 2U_1$ (do $R_3 = 2R_1$)

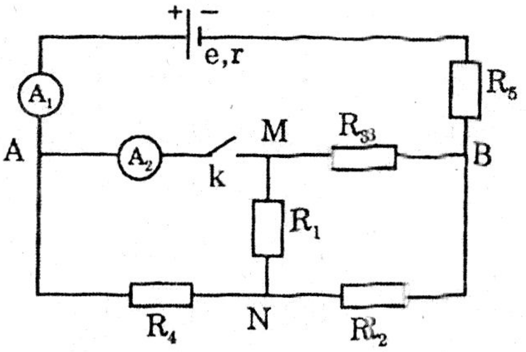
Nên $2U_1 - U_1 = 2V \Rightarrow U_1 = 2V$

Lúc này vôn kế V chỉ $U = U_1 + U_{23} = 2 + 12 = 14V$

Ta có: $U = e - rI$

$$\Rightarrow r = \frac{e - U}{I} = \frac{16 - 14}{2} = 1\Omega$$

Bài 42: **Cho mạch điện như hình vẽ.**



$e = 6V; r = 1\Omega$

Các ampe kế và khóa k có điện trở không đáng kể.

$R_1 = 6\Omega; R_2 = 4\Omega$

$R_4 = 3\Omega; R_5 = 5\Omega$

1. Khi k mở, ampe kế A_1 chỉ 0,5A.
Tính R_3 và nhiệt lượng đã tỏa ra trên R_3 trong 5 phút.

2. Tính số chỉ các ampe kế khi k đóng.

GIẢI

1. Khi k mở, ta có mạch như hình vẽ, ampe kế A_1 chỉ $I = 0,5A$

$$I = \frac{e}{R + r} \Rightarrow R = \frac{e}{I} - r = \frac{6}{0,5} - 1 = 11\Omega$$

$$\Rightarrow R_{NB} = R - R_4 - R_5 = 11 - 3 - 5 = 3\Omega$$

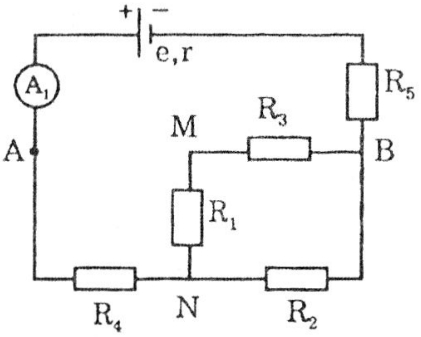
Mà $$\frac{1}{R_{NB}} = \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_2}$$

$$\Rightarrow R_{13} = \frac{R_2 . R_{NB}}{R_2 - R_{NB}} = \frac{4 . 3}{4 - 3} = 12\Omega$$

$\Rightarrow \quad R_3 = R_{13} - R_1 = 12 - 6 = 6\Omega$

$U_{NB} = IR_{NB} = 0,5.3 = 1,5V$

$$I_{13} = \frac{U_{NB}}{R_{13}} = \frac{1,5}{12} = 0,125A$$

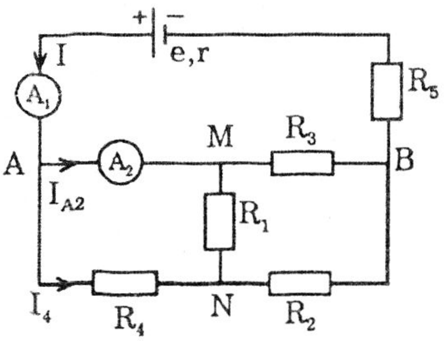

+
−
e,r
A₁
R₅
M
R₃
A
B
R₁
R₄
N
R₂

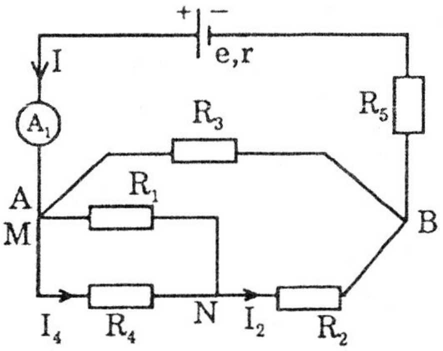
Nhiệt lượng tỏa ra trên R_3 là:

$$Q = R_3.I_{13}^2t = 6.(0,125)^2.300 = 28,125J$$

(t = 5ph = 300 giây)

2. Khi k đóng, ta có thể chập A và M.


+
−
e,r
I
R₅
A₁
M
R₃
A
A₂
B
I_A2
R₁
I₄
R₄
N
R₂


+
−
e,r
I
R₅
A₁
R₃
R₁
A
M
B
I₄
R₄
N
I₂
R₂

- Điện trở tương đương:

$$R_{14} = \frac{R_1 \,.\, R_4}{R_1 + R_4} = \frac{6\,.\,3}{6+3} = 2\Omega$$

$$R_{142} = R_{14} + R_2 = 2 + 4 = 6\Omega$$

$$R_{AB} = \frac{R_{142} \,.\, R_3}{R_{142} + R_3} = \frac{6\,.\,6}{6+6} = 3\Omega$$

$$R = R_{AB} + R_5 = 3 + 5 = 8\Omega$$

- ampe kế A_1 chỉ: $I = \dfrac{e}{R+r} = \dfrac{6}{8+1} = \dfrac{2}{3}A$

- Hiệu điện thế $U_{AB} = IR_{AB} = \dfrac{2}{3}.3 = 2V$

- Cường độ dòng điện qua R_{14} và R_2:

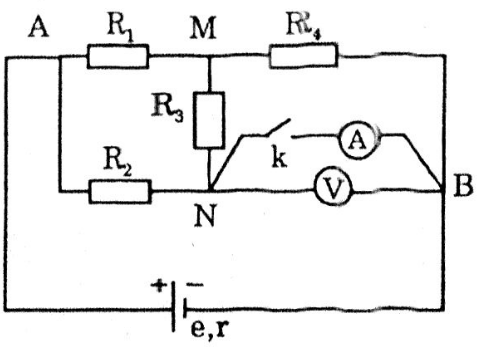
$$I_{14} = I_2 = \frac{U_{AB}}{R_{124}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}A$$

- Hiệu điện thế $U_{14} = I_{14}.R_{14} = \dfrac{1}{3}.2 = \dfrac{2}{3}V$

- Cường độ dòng điện qua R_4: $I_4 = \dfrac{U_{14}}{R_4} = \dfrac{2}{9}A$

- Số chỉ ampe kế A_2 là: $I_{a2} = I - I_4 = \dfrac{2}{3} - \dfrac{2}{9} = \dfrac{4}{9}A$

Bài 43: Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có suất điện động e, điện trở trong $r = \frac{2}{3}\Omega$; vôn kế có điện trở rất lớn. Ampe kế và khóa k có điện trở không đáng kể.



$R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 2\Omega$

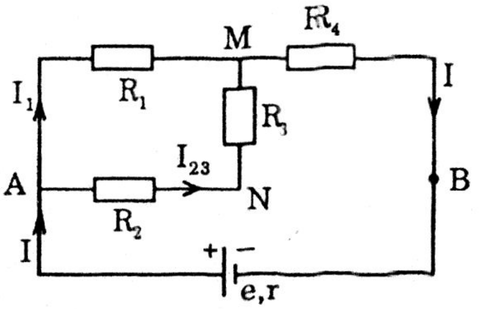
1. Khi k mở, vôn kế chỉ 12V. Tính e.

2. Tính số chỉ của vôn kế và ampe kế khi k đóng.

GIẢI

1. *k mở*, do vôn kế có điện trở rất lớn nên ta có mạch sau:

- Vôn kế V chỉ U_{NB}



$$U_{NB} = U_{NM} + U_{MB}$$
$$U_{NB} = I_{23}.R_3 + IR_4$$
$$12 = 6I_{23} + 2I \qquad (1)$$

- Điện trở tương đương:

$$R_{23} = R_2 + R_3 = 6 + 6 = 12\Omega$$
$$R_{AM} = \frac{R_{23} . R_1}{R_{23} + R_1} = \frac{12 . 6}{12 + 6} = 4\Omega$$
$$R = R_{AM} + R_4 = 4 + 2 = 6\Omega$$

- Ta có:

$$I = \frac{e}{R + r} = \frac{e}{6 + \frac{2}{3}} = \frac{3e}{20} \qquad (2)$$
$$U_{AM} = IR_{AM} = \frac{3e}{20}.4 = \frac{3e}{5}$$
$$I_{23} = \frac{U_{AM}}{R_{23}} = \frac{3e}{5 . 12} = \frac{e}{20} \qquad (3)$$

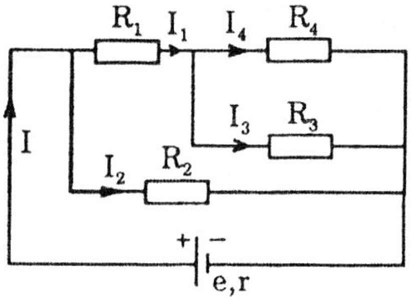
- Từ (1), (2), (3) ta được:

$$12 = 6.\frac{e}{20} + 2.\frac{3e}{20} = 0,6e \quad \Rightarrow \quad e = \frac{1,2}{0,6} = 20V$$

2. *Khi k đóng*, do ampe kế có điện trở rất nhỏ nên có thể chập N và B, ta có vôn kế V chỉ 0, ampe kế A chỉ $I_a = I - I_4$.

$$R_{34} = \frac{R_3 . R_4}{R_3 + R_4} = 1,5\Omega$$

$$R_{134} = R_1 + R_{34} = 7{,}5\Omega$$



$$R = \frac{R_{134} \cdot R_2}{R_{134} + R_2} = \frac{7{,}5 \cdot 6}{7{,}5 + 6} = \frac{10}{3}\Omega$$

$$I = \frac{e}{R + r} = \frac{20}{\frac{10}{3} + \frac{2}{3}} = 5A$$

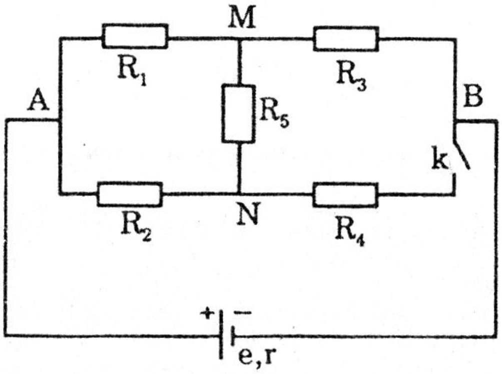
$$U = IR = 5.\frac{10}{3} = \frac{50}{3}V$$

$$I_1 = I_{34} = \frac{U}{R_{134}} = \frac{20}{9}A$$

$$U_{34} = I_{34}.R_{34} = \frac{20}{9}.1{,}5 = \frac{30}{9}V$$

$$I_4 = \frac{U_{34}}{R_4} = \frac{15}{9}A \quad \Rightarrow \quad I_a = I - I_4 = 5 - \frac{15}{9} = \frac{30}{9}A \approx 3{,}33A$$

Bài 14: Cho mạch điện như hình vẽ.



$e = 6V$; $r = 1\Omega$

$R_1 = R_4 = R_5 = 4\Omega$

$R_2 = 8\Omega$; $R_3 = 2\Omega$

$R_K \approx 0$. Tính hiệu điện thế giữa N và B khi:

1. k mở **2. k đóng**

GIẢI

1. *Khi k mở* mạch gồm $[(R_2 \text{ nt } R_5) \,//\, R_1]$ nt R_3.

$$R_{25} = R_2 + R_5 = 8 + 4 = 12\Omega$$

$$R_{AM} = \frac{R_{25} \cdot R_1}{R_{25} + R_1} = \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} = 3\Omega$$

$$R = R_{AM} + R_3 = 3 + 2 = 5\Omega$$

$$I = \frac{e}{R + r} = \frac{6}{5 + 1} = 1A$$

$$U_{AM} = IR_{AM} = 1.3 = 3V$$

$$I_{25} = \frac{U_{25}}{R_{25}} = \frac{3}{12} = 0{,}25A$$

$$U_{NB} = U_{NM} + U_{MB} = I_{25}.R_5 + IR_3$$

$$U_{NB} = 0{,}25.4 + 1.2 = 3V$$

2. *Khi k đóng*, ta có $R_1.R_4 = R_2.R_3 = 16\Omega^2$ nên cầu cân bằng, dòng điện không qua R_5. Ta có thể xem mạch gồm (R_1 nt R_3) // (R_2 nt R_4).

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 4 + 2 = 6\Omega$$

$$R_{24} = R_2 + R_4 = 8 + 4 = 12\Omega$$

$$R = \frac{R_{13}.R_{24}}{R_{13}+R_{24}} = \frac{6.12}{6+12} = 4\Omega$$

$$I = \frac{e}{R+r} = \frac{6}{4+1} = 1{,}2A$$

$$U = U_{AB} = IR = 1{,}2.4 = 4{,}8V$$

$$I_{24} = \frac{U}{R_{24}} = \frac{4{,}8}{12} = 0{,}4A$$

Vậy $U_{NB} = I_{24}.R_4 = 0{,}4.4 = 1{,}6V$

Bài 45: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

e = 9V; r = 1Ω;

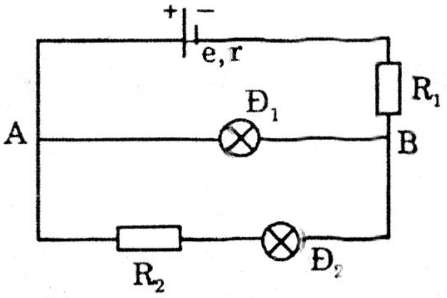
đèn Đ$_1$ loại 6V - 3W;

đèn Đ$_2$ loại 3V - 1,5W.

Các đèn sáng bình thường. Tính:

1. Điện trở R_1 và R_2.

2. Công suất và hiệu suất của nguồn.



GIẢI

- Cường độ dòng điện:

$$I_1 = I_{dm1} = \frac{P_{dm1}}{U_{dm1}} = \frac{3}{6} = 0{,}5A$$

$$I_2 = I_{dm2} = \frac{P_{dm2}}{U_{dm2}} = \frac{1{,}5}{3} = 0{,}5A$$

$$I = I_1 + I_2 = 0{,}5 + 0{,}5 = 1A$$

- Hiệu điện thế:

$$U = e - rI = 9 - 1.1 = 8V$$

$$U_1 = U - U_{dm1} = 8 - 6 = 2V$$

$$U_2 = U_{dm1} - U_{dm2} = 6 - 3 = 3V$$

1. Điện trở:

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{2}{1} = 2\Omega; \qquad R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{3}{0{,}5} = 6\Omega$$

2. Công suất nguồn:

$$P_e = eI = 9.1 = 9W$$

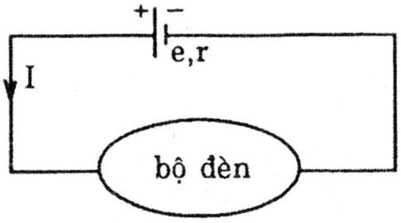
Hiệu suất nguồn:

$$H = \frac{P_{đm1} + P_{đm2}}{P_e} = \frac{3 + 1,5}{9} = 0,5 = 50\%$$

Bài 46: **Một nguồn điện có suất điện động e = 14V; điện trở trong r = 1Ω. Có bốn bóng đèn giống nhau, mỗi bóng có ghi 6V - 6W. Hỏi phải mắc các bóng đèn như thế nào vào nguồn để các bóng đèn sáng bình thường?**

GIẢI

- Ta có công suất của nguồn là:



$$P_e = rI^2 + P_{bộ\ đèn}$$

$$eI = rI^2 + 4.P_{đm}$$

$$\Rightarrow \quad 14I = I^2 + 4.6$$

$$\Rightarrow \quad I^2 - 14I + 24 = 0$$

Giải phương trình trên ta có 2 nghiệm là: I = 12A và I = 2A

- Cường độ định mức của 1 bóng là:

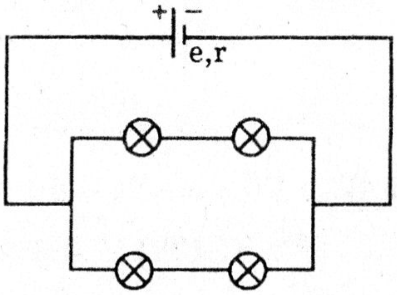
$$I_{đm} = \frac{P_{đm}}{U_{đm}} = \frac{6}{6} = 1A$$

Do chỉ có 4 bóng nên loại nghiệm I = 12A.

Khi chọn I = 2A, ta có số dãy bóng đèn là $m = \frac{I}{I_{đm}} = \frac{2}{1} = 2$

Và số bóng đèn trong một dãy $n = \frac{4}{m} = 2$.

Ta có sơ đồ mắc như sau:



Bài 47: **Một nguồn điện có suất điện động e = 24V; điện trở trong r = 3Ω. Có một số bóng đèn loại 2,4V - 1,44W. Người ta mắc các bóng trên thành m dãy, mỗi dãy có n bóng. Hỏi phải dùng bao nhiêu bóng và mắc như thế nào để các bóng đều sáng bình thường.**

GIẢI

- Điện trở 1 bóng đèn là: $R_đ = \dfrac{U_{đm}^2}{P_{đm}} = 4\Omega$
- Điện trở của bộ đèn là: $R = \dfrac{n \,.\, R_đ}{m} = \dfrac{4n}{m}$
- Cường độ dòng điện mạch chính:

$$I = \frac{e}{R + r} = \frac{24}{\dfrac{4n}{m} + 3} = \frac{24m}{4n + 3m}$$

- Cường độ dòng điện qua mỗi bóng:

$$I_đ = \frac{P_{đm}}{U_{đm}} = \frac{1{,}44}{2{,}4} = 0{,}6A$$

- Theo đề bài, ta có $I = m \,.\, I_đ = 0{,}6m$

Vậy: $0{,}6m = \dfrac{24m}{4n + 3m} \Rightarrow 4n + 3m = 40$

$$\Rightarrow n = 10 - \frac{3m}{4}$$

Đặt $m = 4t \Rightarrow n = 10 - 3t$

Do m và n đều dương nên $0 < t < \dfrac{10}{3}$

Vì t phải là số nguyên dương nên t nhận các giá trị 1, 2, 3.

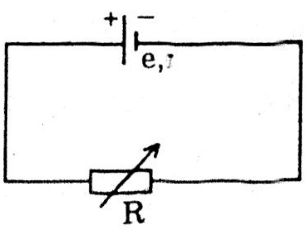
Ta có:

t	1	2	3
m	4	8	12
n	7	4	1
m.n	28	32	12

Bài 48: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

$e = 12V$; $r = 1\Omega$; R là biến trở.

1. **Điều chỉnh R để công suất mạch ngoài là 11W. Tính giá trị R tương ứng và công suất của nguồn trong trường hợp này.**
2. **Phải điều chỉnh R có giá trị bao nhiêu để công suất trên R lớn nhất.**



GIẢI

1. Ta có: $P = RI^2 = \dfrac{Re^2}{(R+r)^2} = \dfrac{Re^2}{R^2 + r^2 + 2Rr}$

$$\Rightarrow \quad 11 = \frac{R\,.\,144}{R^2 + 1 + 2R} \quad \Rightarrow \quad 11R^2 - 122R + 11 = 0$$

Giải phương trình trên ta có 2 nghiệm là:

$$R = 12\Omega \quad \text{và} \quad R = \frac{1}{11}\Omega$$

- Công suất của nguồn lúc này là: $P_e = eI$

+ Khi $R = 11\Omega \Rightarrow I = \dfrac{e}{R+r} = \dfrac{12}{11+1} = 1A$

$$\Rightarrow \quad P_e = 12W$$

+ Khi $R = \dfrac{1}{11}\Omega \Rightarrow I = \dfrac{e}{R+r} \approx 11A$

$$\Rightarrow \quad P_e = eI \approx 132W$$

(Ta thấy ứng với $R = \dfrac{1}{11}\Omega$, cường độ dòng điện qua mạch quá lớn, không phù hợp với thực tế).

2. Ta có: $P = RI^2 = \dfrac{Re^2}{(R+r)^2}$

$$\Rightarrow \quad P = \frac{e^2}{\left(\dfrac{R}{\sqrt{R}} + \dfrac{r}{\sqrt{R}}\right)} = \frac{e^2}{\left(\sqrt{R} + \dfrac{r}{\sqrt{R}}\right)^2}$$

Ta thấy P_{max} khi $\left(\sqrt{R} + \dfrac{r}{\sqrt{R}}\right)_{min}$

Mà $\sqrt{R}.\dfrac{r}{\sqrt{R}} = r =$ hằng số

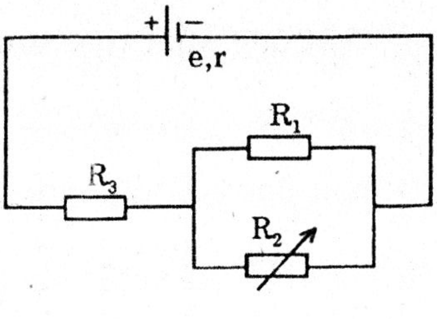
$$\Rightarrow \quad \left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right)_{min} \text{ khi } \sqrt{R} = \frac{r}{\sqrt{R}} \quad \text{hay} \quad R = r = 1\Omega$$

Bài 49: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

$e = 12V$; $r = 1\Omega$

$R_1 = 6\Omega$; $R_3 = 4\Omega$

R_2 là biến trở. Hỏi R_2 bằng bao nhiêu để công suất trên R_2 là lớn nhất.



GIẢI

- Điện trở tương đương:

$$R_{12} = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 . R_2}{6 + R_2}$$

$$R = R_{12} + R_3 = \frac{6 . R_2}{6 + R_2} + 4 = \frac{10R_2 + 24}{6 + R_2}$$

- Cường độ dòng điện mạch chính:

$$I = \frac{e}{R + r} = \frac{12}{\frac{10R_2 + 24}{6 + R_2} + 24} = \frac{12(6 + R_2)}{168 + 34R_2}$$

- Hiệu điện thế hai đầu R_1 và R_2

$$U_{12} = I.R_{12} = \frac{12(6 + R_2)}{168 + 34R_2}\left(\frac{6 . R_2}{6 + R_2}\right) = \frac{72R_2}{168 + 34R_2}$$

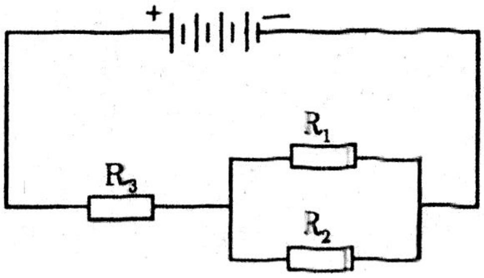
- Công suất trên R_2:

$$P_2 = \frac{U_{12}^2}{R_2} = \frac{R_2(72)^2}{(168 + 34R_2)^2} = \frac{5184}{\left(\frac{168}{\sqrt{R_2}} + 34\sqrt{R_2}\right)^2}$$

Tương tự bài 48, ta có P_{2max} khi

$$\frac{168}{\sqrt{R_2}} = 34\sqrt{R_2} \quad \Rightarrow \quad R_2 = \frac{168}{34} = 5\Omega$$

Bài 50: **Cho mạch điện như hình vẽ: 4 pin giống nhau mắc nối tiếp, mỗi pin có suất điện động e = 1,5V; điện trở trong r = 0,25Ω; R_1 = 24Ω; R_2 = 12Ω; R_3 = 3Ω.**



Tính:

1. **Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn.**
2. **Cường độ dòng điện mạch chính.**
3. **Công suất tiêu thụ trên R_2**

GIẢI

1. Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn:

$$e_b = n.e = 4.e = 4.1,5 = 6V$$

$$r_b = n.r = 4.r = 4.0,25 = 1\Omega$$

2. Điện trở tương đương:

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{24 \cdot 12}{24 + 12} = 8\Omega$$

$$R = R_{12} + R_3 = 8 + 3 = 11\Omega$$

Cường độ dòng điện qua mạch chính:

$$I = \frac{e_b}{R + r_b} = \frac{6}{11 + 1} = 0{,}5A$$

Hiệu điện thế giữa R_1 và R_2:

$$U_{12} = I.R_{12} = 0{,}5.8 = 4V$$

Công suất tiêu thụ trên R_2 là:

$$P_2 = \frac{U_{12}^2}{R_{12}} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}W$$

Bài 51: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

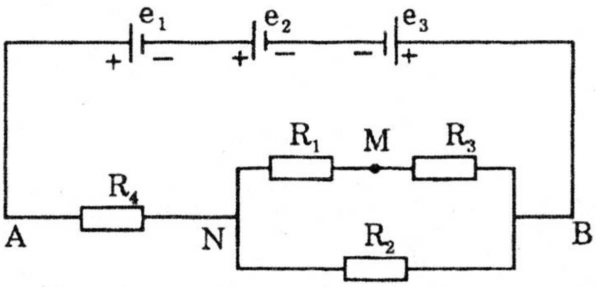
$\mathbf{e_3 = 16V;\ e_2 = e_1 = 2V}$

$\mathbf{r_1 = r_2 = r_3 = 0{,}5\Omega}$

$\mathbf{R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega}$

$\mathbf{R_4 = 6{,}5\Omega}$

Tính:



1. Suất điện động và điện trở trong bộ nguồn.

2. Hiệu điện thế giữa A và M.

GIẢI

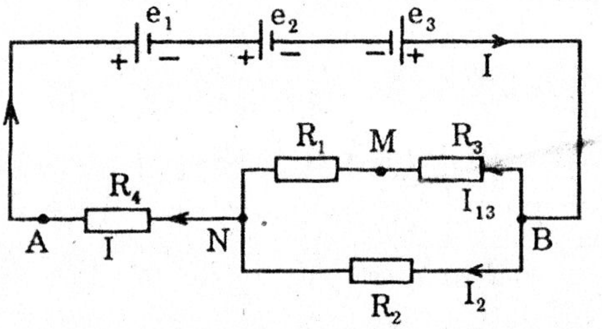
1. Ta có: $e_{12} = e_1 + e_2 = 4V$

Ta thấy: $e_{12} < e_3$

Nên $\quad e_b = e_3 - e_2$

$\qquad = 16 - 4 = 12V$

Và chiều dòng điện trong mạch như hình vẽ.



$$r_b = r_1 + r_2 + r_3 = 1{,}5\Omega$$

2. Điện trở tương đương:

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 6 + 6 = 12\Omega$$

$$R_{BN} = \frac{R_{13} \cdot R_2}{R_{13} + R_2} = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = 4\Omega$$

$$R = R_{BN} + R_4 = 4 + 6{,}5 = 10{,}5\Omega$$

- Cường độ dòng điện:

$$I = \frac{e_b}{R + r_b} = \frac{12}{10,5 + 1,5} = 1A$$

$$U_{BN} = IR_{BN} = 1.4 = 4V$$

$$I_{13} = \frac{U_{BN}}{R_{13}} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3}A$$

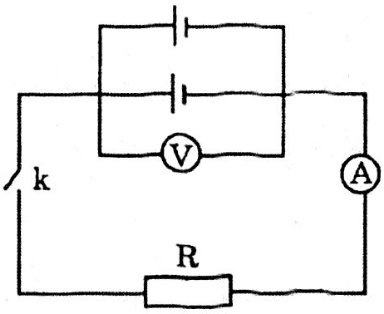
- Hiệu điện thế giữa A và M.

$$U_{AM} = U_{AN} + U_{NM} = -IR_4 - I_{13}R_1$$

$$U_{AM} = -1.6,5 - \frac{1}{3}.6 = -8,5V$$

Bài 52: **Hai nguồn điện giống nhau; mỗi nguồn điện có suất điện động e và điện trở trong r. Vôn kế V và ampe kế A lí tưởng. Khóa k có điện trở không đáng kể.**

- **Khi k mở, vôn kế V chỉ 6V.**
- **Khi k đóng, vôn kế V chỉ 5,5V và ampe kế chỉ 1A.**



Tính:

1. e, r.

2. Công suất mạch ngoài khi k đóng.

GIẢI

Vôn kế V chỉ hiệu điện thế hai đầu mạch ngoài $U = e_b - r_b.I$

1. *Khi k mở*, vôn kế V chỉ $U_m = 6V$

Với $U_m = e_b - r_b.I_m$ mà $I_m = 0$

$e_b = U_m = 6V$

Do hai nguồn giống nhau mắc song song nên: $e = e_b = 6V$

- Khi k đóng, vôn kế chỉ U = 5,5 V và ampe kế chỉ I = 1A.

Ta có: $U = e_b - r_bI$

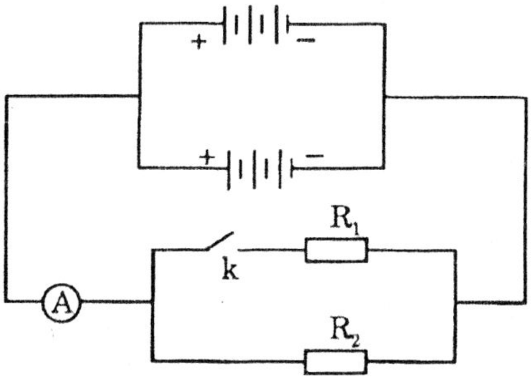
$$\Rightarrow \quad r_b = \frac{e_b - U}{I} = \frac{6 - 5,5}{1} = 0,5\Omega$$

Mà $r_b = \frac{r}{2} \quad \Rightarrow \quad r = 2r_b = 2.0,5 = 1\Omega$

2. Ta có: $P = UI = 5,5.1 = 5,5W$

Bài 53: Có 6 nguồn giống nhau, 1 nguồn có suất điện động e = 2V; điện trở trong r = 0,5Ω mắc như hình vẽ.

Điện trở của ampe kế A và khóa k không đáng kể; R_1 = 12Ω. Khi k mở ampe kế chỉ $\frac{24}{27}$A. Tính số chỉ của ampe kế khi k đóng.



GIẢI

Ta có: $e_b = 3e = 3.2 = 6V$

$$r_b = \frac{3r}{2} = 0{,}75\Omega$$

- Khi k mở, mạch ngoài chỉ có R_2, ampe kế chỉ $I_2 = \dfrac{e_b}{R_2 + r_b}$

$$\Rightarrow \quad R_2 = \frac{e_b}{I_2} - r_b; \qquad R_2 = \frac{6}{\frac{24}{27}} - 0{,}75 = 6\Omega$$

- Khi k đóng, điện trở mạch ngoài là:

$$R = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 . 6}{12 + 6} = 4\Omega$$

Ampe kế A chỉ: $I = \dfrac{e_b}{R + r_b} = \dfrac{6}{4 + 0{,}75} = 1{,}26A$

Bài 54: Có N = 40 nguồn giống nhau, mỗi nguồn có suất điện động e = 2V; điện trở trong r = 1Ω.

1. Các nguồn điện được mắc hỗn hợp đối xứng thành m nhánh, mỗi nhánh có n nguồn nối tiếp. Hỏi có bao nhiêu cách mắc khác nhau?
2. Dùng điện trở ngoài R = 2,5Ω thì phải chọn cách mắc nào để công suất mạch ngoài lớn nhất? Tính công suất này.

GIẢI

1. Ta có N = 40 = n.m

Do m và n là số nguyên dương nên ta có các cách mắc sau:

m	1	2	4	5
n	40	20	40	8

2. Ta có $P = RI^2$ với $I = \dfrac{e_b}{R + r_b}$

Mà $e_b = ne; \; r_b = \dfrac{nr}{m}$

$$\Rightarrow \quad P = R\left(\frac{ne}{R + \dfrac{nr}{m}}\right)^2 = R\left(\frac{m.ne}{mR + nr}\right)^2 \quad \Rightarrow \quad P = R\left(\frac{Ne}{mR + \dfrac{N}{m}r}\right)^2$$

Ta thấy P_{max} khi $\left(mR + \dfrac{N}{m}r\right)_{min}$

Mà $m.R.\dfrac{N}{m}r = RNr$ = hằng số

$$\Rightarrow \quad P_{max} \text{ khi } mR = \frac{N}{m}r \quad \Rightarrow \quad m = \sqrt{\frac{Nr}{R}}$$

$$\Rightarrow \quad m = \sqrt{\frac{40.1}{2,5}} = 4 \quad \Rightarrow \quad n = \frac{N}{m} = 10$$

$$\Rightarrow \quad P = R\left(\frac{m.ne}{mR + nr}\right)^2 = 2,5\left(\frac{10.4.2}{4.2,5 + 10.1}\right)^2 = 40W$$

Bài 55: **1. Hai dây điện trở ghép với nhau và mắc vào hai điểm có hiệu điện thế 26V. Khi chúng ghép nối tiếp thì dòng điện qua chúng là 2A. Khi chúng ghép song song thì dòng điện tổng cộng qua chúng là $\dfrac{169}{18}$A. Tính điện trở của hai dây dẫn trên.**

2. Người ta mắc lần lượt dây thứ nhất rồi dây thứ hai vào hai cực bộ nguồn thì công suất tỏa nhiệt trên hai dây điện trở như nhau. Tính điện trở trong của bộ nguồn.

GIẢI

1. • Khi R_1 và R_2 nối tiếp:

$$R_1 + R_2 = \frac{U}{I_1} = \frac{26}{2} = 13\Omega \qquad (1)$$

• Khi R_1 và R_2 song song:

$$\frac{R_1.R_2}{R_1 + R_2} = \frac{U}{I_2} = \frac{26}{\dfrac{169}{18}} = \frac{468}{169}$$

$$\Rightarrow \quad R_1.R_2 = (R_1 + R_2).\frac{468}{169} = 36\Omega^2 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), ta có:

$R_1 = 4\Omega; \; R_2 = 9\Omega$ hoặc $R_1 = 9\Omega; \; R_2 = 4\Omega$

2. • Khi mắc R_1: $P_1 = R_1.I^2 = R_1\left(\dfrac{e}{R_1 + r}\right)^2$

• Khi mắc R_2: $P_2 = R_2.I'^2 = R_2\left(\dfrac{e}{R_2 + r}\right)^2$

• Do $P_1 = P_2$, ta có: $R_1\left(\dfrac{e}{R_1 + r}\right)^2 = R_2\left(\dfrac{e}{R_2 + r}\right)^2$

$$\Rightarrow \quad \frac{R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{R_2}{(R_2 + r)^2}$$

Do R_1, R_2 đều dương, lấy căn hai vế ta có:

$$\frac{\sqrt{R_1}}{R_1 + r} = \frac{\sqrt{R_2}}{R_2 + r} \quad \Rightarrow \quad R_2\sqrt{R_1} + r\sqrt{R_1} = R_1\sqrt{R_2} + r\sqrt{R_2}$$

$$\Rightarrow \quad \sqrt{R_1R_2}(\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1}) = r(\sqrt{R_2} - \sqrt{R_1})$$

$$\Rightarrow \quad r = \sqrt{R_1 . R_2} = 6\Omega$$

Bài 56: Một điện trở R = 3Ω được mắc giữa hai đầu của bộ nguồn mắc hỗn tạp đối xứng gồm m nhánh, mỗi nhánh có n pin giống nhau, mắc nối tiếp. Suất điện động và điện trở trong của mỗi pin là e = 2V và r = 0,5Ω.

Tính số pin ít nhất cần dùng để dòng điện qua R có cường độ là 8A. Tính hiệu suất của bộ nguồn.

GIẢI

Ta có: $I = \dfrac{e_b}{R + r_b}$

Với: $e_b = ne$; $r_b = \dfrac{nr}{m}$; $N = n.m$ là tổng số nguồn.

$$\Rightarrow \quad I = \frac{ne}{R + \dfrac{nr}{m}} = \frac{m . ne}{mR + nr} = \frac{Ne}{\dfrac{NR}{n} + nr}$$

$$\Rightarrow \quad 8 = \frac{N . 2}{\dfrac{3N}{n} + n . 0,5} = \frac{2nN}{3N + n^2 . 0,5}$$

$$\Rightarrow \quad 2n^2 - Nn + 12N = 0$$

$$\Rightarrow \quad \Delta = N^2 - 4.2.12N = N(N - 96)$$

Để bài toán có nghiệm thì $\Delta \geqslant 0$.

$$\Rightarrow \quad N(N - 96) \geqslant 0$$

Mà $N > 0 \quad \Rightarrow \quad N - 96 \geqslant 0 \quad \Rightarrow \quad N \geqslant 96$

Vậy số nguồn ít nhất cần dùng là $N = 96$. Lúc đó $n = 24$

Hiệu suất của bộ nguồn là:

$$H = \frac{P}{P_e} = \frac{RI^2}{e_bI} = \frac{RI}{e_b} = \frac{RI}{ne} = \frac{3.8}{24.2} = 0,5 \Rightarrow \quad H = 50\%$$

Bài 57: **Hãy vẽ dạng đồ thị sự phụ thuộc của công suất nguồn điện và công suất tiêu thụ ở mạch ngoài vào điện trở mạch ngoài. Biết nguồn có suất điện động e, điện trở trong r.**

GIẢI

- Công suất của nguồn: $P_e = eI = e\frac{e}{R+r} = \frac{e^2}{R+r}$

+ Khi $R = 0 \Rightarrow P_e = \frac{e^2}{r}$

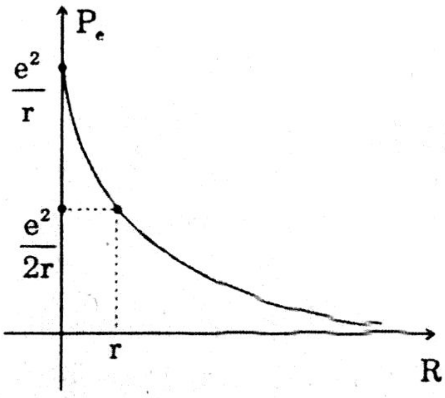
(P_e đạt giá trị cực đại)

+ Khi $R = r \Rightarrow P_e = \frac{e^2}{2r}$

(P_e bằng nửa giá trị cực đại)

+ Khi $R \to \infty \Rightarrow P \to 0$

Ta có dạng đồ thị sau:



- Công suất mạch ngoài:

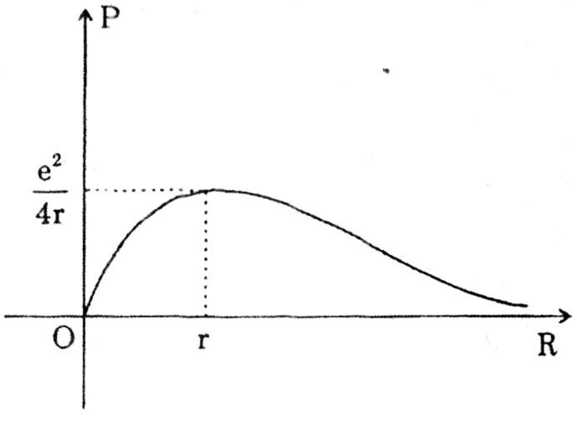
$$P = RI^2 = R\left(\frac{e}{R+r}\right)^2 = \frac{e^2}{\left(\sqrt{R} + \frac{r}{\sqrt{R}}\right)^2}$$

+ Khi $R = 0 \quad \Rightarrow \quad P = 0$

+ Khi $R = r \quad \Rightarrow \quad P_{max} = \frac{e^2}{4r}$

+ Khi $R \to \infty \quad \Rightarrow \quad P \to 0$

Ta có dạng đồ thị sau:



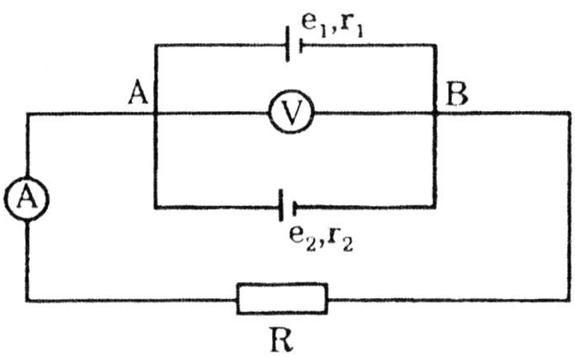
Bài 58: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

$e_1 = 8V$; $e_2 = 10V$;

$r_1 = r_2 = 2\Omega$; $R = 9\Omega$

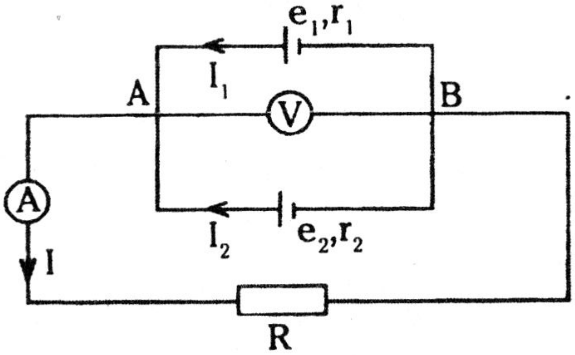
Vôn kế V và ampe kế A là các dụng cụ đo điện lí tưởng.

Tìm số chỉ của vôn kế V và ampe kế A.



GIẢI

1. Ta có:



- $I_1 = \dfrac{e_1 - U_{AB}}{r_1}$
- $I_2 = \dfrac{e_2 - U_{AB}}{r_2}$
- $I = \dfrac{U_{AB}}{R}$, mà $I = I_1 + I_2$

Nên: $\dfrac{U_{AB}}{R} = \dfrac{e_1 - U_{AB}}{r_1} + \dfrac{e_2 - U_{AB}}{r_2}$

$$\Rightarrow \frac{U_{AB}}{R} = \frac{e_1}{r_1} - \frac{U_{AB}}{r_1} + \frac{e_2}{e_1} - \frac{U_{AB}}{r_1}$$

$$\Rightarrow U_{AB}\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) = \frac{e_1}{r_1} + \frac{e_2}{r_2}$$

$$\Rightarrow U_{AB} = \frac{\frac{e_1}{r_1} + \frac{e_2}{r_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} = \frac{\frac{8}{2} + \frac{10}{2}}{\frac{1}{9} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = \frac{4 + 5}{\frac{1}{9} + 1} = \frac{81}{10} = 8{,}1V$$

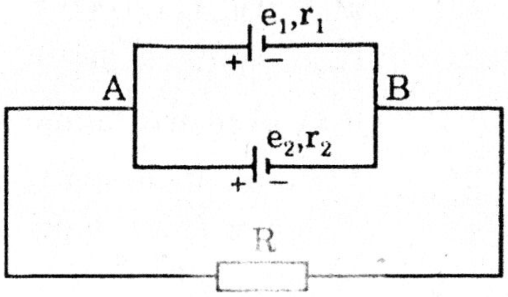
$$\Rightarrow I = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{8{,}1}{9} = 0{,}9A$$

Vậy ampe kế chỉ 0,9A và vôn kế chỉ 8,1V

Bài 59: **Cho mạch điện như hình vẽ.**

$e_1 = 6V$; $e_2 = 4V$;

$r_1 = r_2 = 2\Omega$; $R = 9\Omega$. Tính:



1. **Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn.**
2. **Công suất mạch ngoài và cường độ dòng điện qua mỗi nguồn.**

GIẢI

1. Theo bài trên, ta có: $U_{AB} = \dfrac{\dfrac{e_1}{r_1} + \dfrac{e_2}{r_2}}{\dfrac{1}{R} + \dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}}$ mà $U_{AB} = e_b - Ir_b$

Khi mạch ngoài hở (tương ứng với $\dfrac{1}{R} = 0$ vì điện trở mạch ngoài rất lớn) $I = 0$, lúc đó $U_{AB} = e_b$. Vậy:

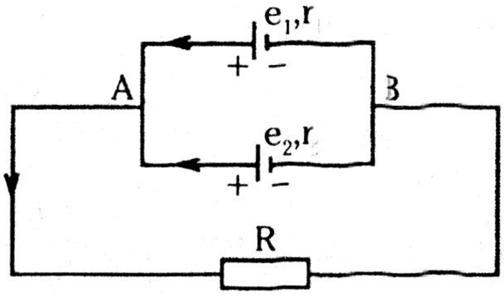
$$e_b = \frac{\dfrac{e_1}{r_1} + \dfrac{e_2}{r_2}}{\dfrac{1}{r_1} + \dfrac{1}{r_2}} = \frac{\dfrac{6}{2} + \dfrac{4}{2}}{\dfrac{1}{2} + \dfrac{1}{2}} = 5V$$

Điện trở trong của bộ nguồn là:

$$\frac{1}{r_b} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \quad \Rightarrow \quad r_b = \frac{r_1 . r_2}{r_1 + r_2} = \frac{2 . 2}{2 + 2} = 1\Omega$$

2. • Cường độ dòng điện qua R:

$$I = \frac{e_b}{R + R_b} = \frac{5}{9 + 1} = 0,5A$$



Công suất mạch ngoài là:

$$P = RI^2 = 9.(0,5)^2 = 2,25W$$

• Cường độ dòng điện qua mỗi nguồn:

$$I_1 = \frac{e_1 - U_{AB}}{r_1} = \frac{6 - 4,5}{2} = 0,75A$$

(với $U_{AB} = IR = 0,5.9 = 4,5V$)

$$I_2 = \frac{e_2 - U_{AB}}{r_2} = \frac{4 - 4,5}{2} = -0,25A$$

(Chiều dòng điện chọn qua nguồn 2 là sai, nó có chiều ngược lại và là 0,25A. Nguồn e_2 thu dòng và đóng vai trò như máy thu điện).

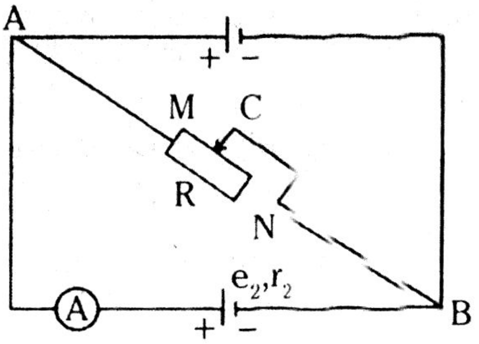
Bài 60: **Cho mạch điện như hình vẽ:**

$e_1 = 4V$; $r_1 = 2\Omega$

$e_2 = 3V$; $r_2 = 3\Omega$

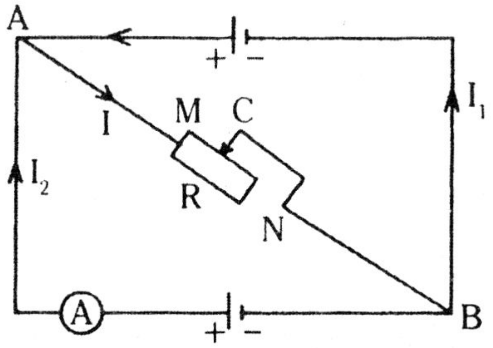
R là biến trở; ampe kế có $R_a = 0$.

1. Chỉnh R để giá trị tham gia vào mạch là R_1, bằng bao nhiêu để ampe kế chỉ 0.



2. Khi con chạy C có vị tri ở câu 1, nếu dịch chuyển C thì chiều dòng điện qua ampe kế như thế nào?

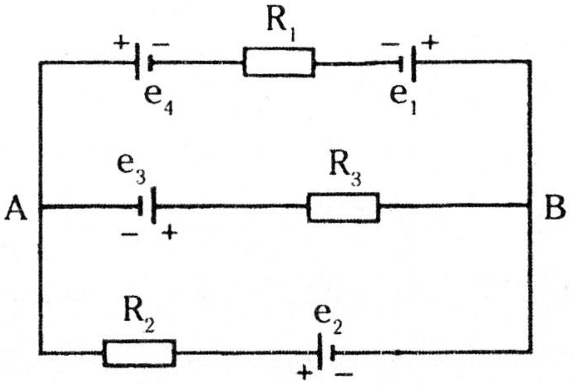
GIẢI



1. Khi A chỉ 0 thì nguồn e_2 không phát mà cũng không thu dòng. Lúc này con chạy C ở vị trí để giá trị biến trở là (theo kết quả bài trên).

$$R_1 = \frac{e_2}{e_1 - e_2}.r_1 = \frac{3}{4-3}.2 = 6\Omega$$

2. Nếu dịch chuyển con chạy C từ vị trí ở câu 1 về phía M thì giá trị biến trở tham gia vào mạch nhỏ hơn R_1, theo bài trên thì $I_2 > 0$ nên e_2 phát dòng, chiều dòng điện qua ampe kế đi từ B sang A như hình vẽ và ngược lại, khi C dịch chuyển về phía N thì e_2 thu dòng.



Bài 61: **Cho mạch điện như hình vẽ:**

$e_1 = 55V$; $e_2 = 10V$; $e_3 = 30V$;

$e_4 = 15V$; $r_1 = 0,3\Omega$;

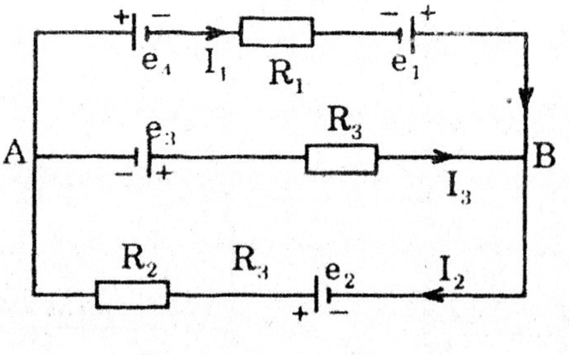
$r_2 = 0,4\Omega$; $r_3 = 0,1\Omega$

$r_4 = 0,2\Omega$; $R_1 = 9,5\Omega$;

$R_2 = 19,6\Omega$; $R_3 = 4,9\Omega$.

Tính cường độ dòng điện qua các nhánh.

GIẢI



Ta có: $U_{AB} = e_4 - e_1 + I_1(r_1 + r_4 + R_1)$ (1)

$U_{AB} = -e_3 + I_3(r_3 + R_3)$ (2)

$U_{AB} = +e_2 - I_2(r_2 + R_2)$ (3)

Từ (1) và (2)

$\Rightarrow$ $e_4 - e_1 + I_1(r_1 + r_4 + R_1) = -e_3 + I_3(r_3 + R_3)$

$\Rightarrow$ $15 - 55 + I_1(0,3 + 0,2 + 9,5) = -30 + I_3(0,1 + 4,9)$

$\Rightarrow \quad -40 + 10I_1 = -30 + 5I_3$

$\Rightarrow \quad -8 + 2I_1 = -6 + I_3 \quad \Rightarrow \quad 2I_1 = 2 + I_3 \qquad (4)$

Từ (2) và (3)

$\Rightarrow \quad -e_3 + I_3(r_3 + R_3) = +e_2 - I_2(r_2 + R_2)$

$\Rightarrow \quad -30 + I_3(0,1 + 4,9) = 10 - I_2(0,4 + 19,6)$

$\Rightarrow \quad -30 + 5I_3 = 10 - 20I_2$

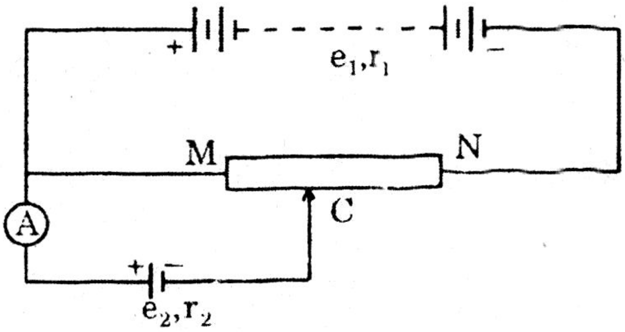
$\Rightarrow \quad -6 + I_3 = 2 - 4I_2 \quad \Rightarrow \quad I_3 = 8 - 4I_2 \qquad (5)$

Mà $I_1 + I_3 = I_2$, thay vào (5), ta được:

$I_3 = 8 - 4(I_1 + I_3) = 8 - 4I_1 - 4I_3 \quad \Rightarrow \quad 5I_3 = 8 - 4I_1 \qquad (6)$

Từ (4) và (6) $\Rightarrow \quad I_1 = 1,29A; I_3 = 0,57A \quad \Rightarrow \quad I_2 = I_1 + I_3 = 1,86A$

Bài 62: **Cho mạch điện như hình vẽ. Bộ nguồn e_1, r_1 gồm 20 pin ghép nối tiếp, mỗi pin có e = 1,2V; r = 0,3Ω. MN là dây điện trở đồng chất, tiết diện đều, dài 1m có điện trở R_{MN} = 6Ω ampe kế có điện trở không đáng kể. Khi con chạy C cách M một đoạn MC = 12,5cm thì ampe kế chỉ 0.**



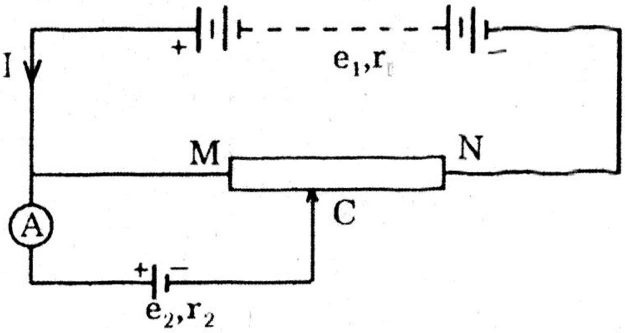
1. Tính suất điện động e_2.

2. Dùng bộ nguồn e_1 để thắp sáng 6 đèn loại 6V - 3W. Hỏi phải mắc như thế nào để các đèn sáng bình thường và có lợi về mặt năng lượng.

GIẢI

1. $e_1 = 20e = 24V; \; r_1 = 20r = 6\Omega$

Do ampe kế chỉ 0 nên $U_{MC} = e_2$.



Mà $U_{MC} = IR_{MC}$

Còn $U_{MN} = IR_{MN}$

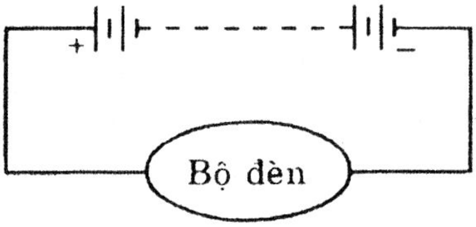
$$\Rightarrow \quad \frac{U_{MC}}{U_{MN}} = \frac{MC}{MN} = \frac{12,5}{100}$$

$$\left(\text{Vì } \frac{R_{MC}}{R_{MN}} = \frac{MC}{MN}\right)$$

$\Rightarrow \quad U_{MC} = e_2 = 0,125.U_{MN} = 0,125IR_{MN}$

$$I = \frac{e_1}{R_{MN} + r_1} = \frac{24}{6+6} = 2A \quad \Rightarrow \quad e_2 = 0,125.2.6 = 1,5V$$

2. Do 6 đèn sáng bình thường nên công suất mạch ngoài là:



$$P = 6.P_{dm} = 18W$$

Mà $\quad P = UI = (e_1 - Ir_1)I$

$\Rightarrow \quad P = e_1I - I^2r_1$

$\Rightarrow \quad 18 = 24I - 6I^2$

$\Rightarrow \quad I^2 - 4I + 3 = 0$

- Giải phương trình trên ta có $I = 1A$ và $I = 3A$

+ Khi $I = 1A$ thì phải mắc bộ đèn thành hai dãy, mỗi dãy ba bóng nối tiếp (vì cường độ dòng điện qua mỗi đèn khi sáng bình thường là $I_d = \dfrac{P_{dm}}{U_{dm}} = \dfrac{3}{6} = 0{,}5A$)

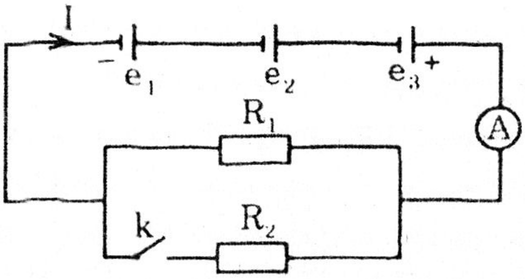
Hiệu suất lúc này là: $\quad H_1 = \dfrac{P}{P_e} = \dfrac{UI}{e_1I} = \dfrac{18}{24.1} = 0{,}75 \Rightarrow H_1 = 75\%$

+ Khi $I = 3A$ thì phải mắc thành 6 dãy, mỗi dãy 1 bóng:

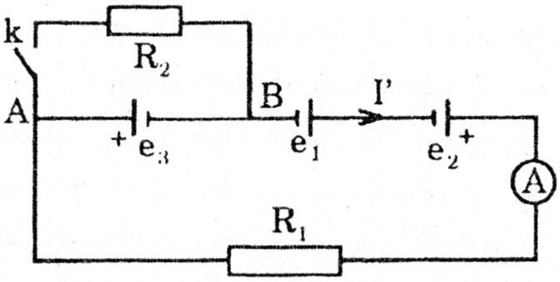
Hiệu suất lúc này là: $\quad H_2 = \dfrac{P}{P_e} = \dfrac{P}{e_1I} = \dfrac{18}{24.3} = 0{,}25 \Rightarrow H_2 = 25\%$

Vậy nên chọn cách mắc thứ nhất.

Bài 63: **Cho ba nguồn $e_1 = e_2 = e$; $r_1 = r_2 = r$ và $e_3 = 2V$; $r_3 = 0$ được mắc lần lượt theo hai sơ đồ (1) và (2).**



Sơ đồ (1)



Sơ đồ (2)

Biết $R_1 = 9\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_a = R_K = 0$

1. Khi k mở, dòng điện trong hai sơ đồ có chiều như hình vẽ và $I = 0{,}56A$; $I' = 0{,}16A$. Tìm e, r.

2. Tìm số chỉ ampe kế trong hai sơ đồ khi k đóng.

GIẢI

1. *Khi k mở:*

+ Trong sơ đồ (1), ta có:

$$I = \frac{2e + e_3}{R_1 + 2r} \quad \Rightarrow \quad e = 1{,}52 + 0{,}56r \qquad (1)$$

+ Trong sơ đồ (2), ta có:

$$I = \frac{2e - e_3}{R_1 + 2r} \quad \Rightarrow \quad e = 1,72 + 0,16r \qquad (2)$$

Từ (1), (2) $\Rightarrow$ $r = 0,5\Omega$ và $e = 1,8V$

2. *Khi k đóng:*

+ Trong sơ đồ (1), ta có:

$$R = \frac{R_1 . R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9 . 2}{9 + 2} = 1,636\Omega$$

Ampe kế chỉ

$$I = \frac{2e + e_3}{R + 2r} = \frac{3,6 + 2}{1,636 + 1} \approx 2,12A$$

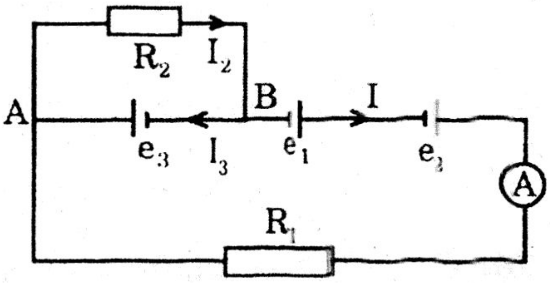
+ Trong sơ đồ (2), ta có:

$$U_{AB} = e_3 - I_3r_3 = 2e - I(2r + R_1) \quad \text{mà} \quad r_3 = 0$$

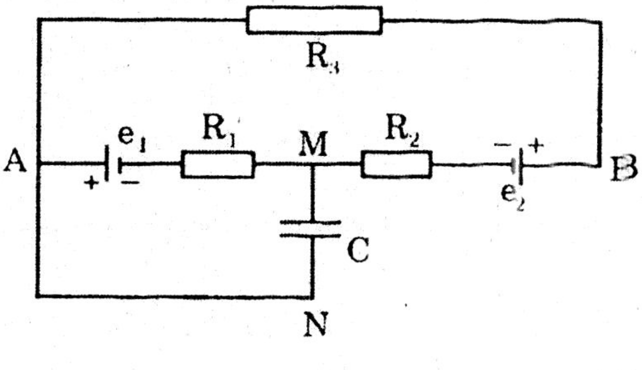
$$\Rightarrow \quad e_3 = 2e - I(2r + R_1)$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{2e - e_3}{2r + R_1}$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{2 . 1,8 - 2}{2 . 0,5 + 9} = 0,16A$$



Bài 64: **Cho mạch điện như hình vẽ, các nguồn có $e_1 = 12V$; $r_1 = 1\Omega$; $e_2 = 6V$; $r_2 = 1\Omega$. Các điện trở $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 3\Omega$. Tụ có điện dung $C = 5\mu F$. Tính điện tích trên tụ và cho biết bản tụ nào tích điện dương.**

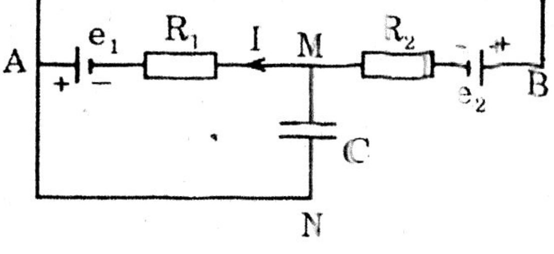


GIẢI

Do dòng điện không qua được tụ nên hai nguồn xem như mắc xung đối ($e_1 > e_2$) nên cường độ dòng điện qua mạch là:

$$I = \frac{e_1 - e_2}{R_1 + R_2 + R_3 + r_1 + r_2}$$

$$I = \frac{12 - 6}{4 + 6 + 3 + 1 + 1} = 0,4A$$



Hiệu điện thế hai đầu tụ:

$$U_{MN} = U_{MA} + U_{AN} = U_{MA}$$

Vì $U_{AN} = 0$

$\Rightarrow$ $U_{MN} = -e_1 + I(r_1 + R_1)$

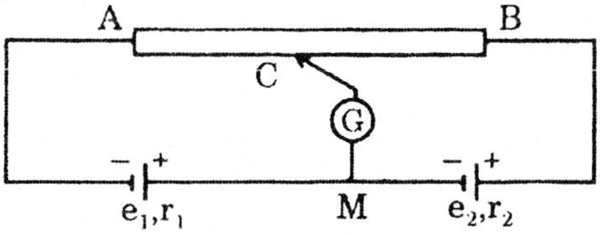
$= -12 + 0,4(1 + 4)$

$\Rightarrow$ $U_{MN} = -10V$

$\Rightarrow$ bản tụ nối với N tích điện dương và điện tích của tụ là:

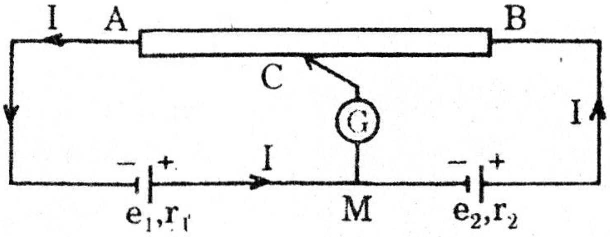
$$q = C|U_{MN}| = 5.10 = 50\mu C$$

Bài 65: **Cho mạch điện như hình vẽ. Các nguồn có $e_1 = 12V$; $r_1 = 1\Omega$; $e_2 = 9V$; $r_2 = 1\Omega$; điện trở của dây điện trở AB là $R_{AB} = R = 5\Omega$. Tính phần điện trở AC là $R_{AC} = x$ để điện kế G chỉ 0.**



GIẢI

Do dòng điện không qua điện kế G nên ta có $U_{MC} = 0$.



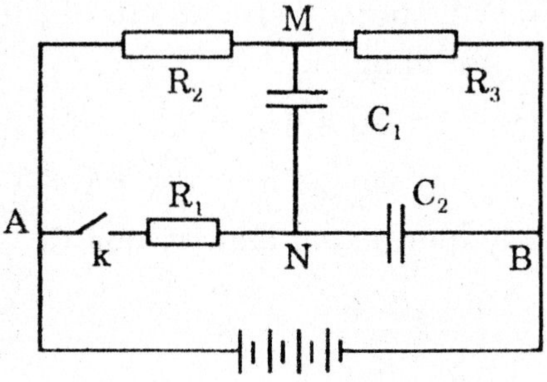
$\Rightarrow$ $U_{MC} = e_1 - I(r_1 + x) = 0$

Mà $I = \dfrac{e_1 + e_2}{R + r_1 + r_2}$

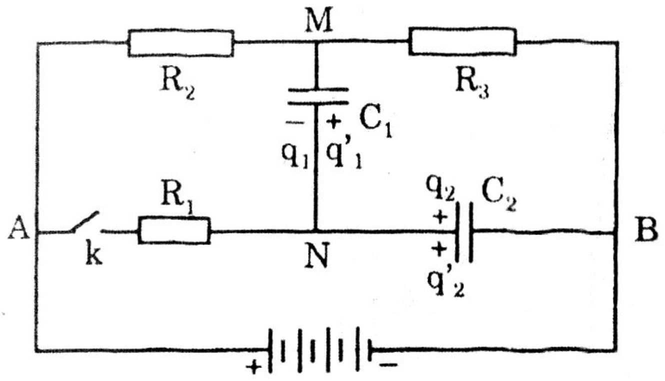
$\Rightarrow$ $e_1 - \dfrac{e_1 + e_2}{R + r_1 + r_2}(r_1 + x) = 0$

$\Rightarrow$ $x = \dfrac{e_1(R + r_2) - e_2 r_1}{e_1 + e_2} = \dfrac{12(5 + 1) - 9 . 1}{12 + 9} = 3\Omega$

Bài 66: **Cho mạch điện như hình vẽ. Bộ nguồn gồm 4 pin giống nhau mắc nối tiếp, mỗi pin có $e = 2V$, $r = 0,5\Omega$. Các điện trở $R_1 = R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 10\Omega$. Khóa k có $R_K = 0$. Các tụ có điện dung $C_1 = 2\mu F$, $C_2 = 3\mu F$. Tính điện tích trên các tụ trong trường hợp k mở rồi k đóng, từ đó suy ra lượng điện tích chuyển qua R_1 khi đóng khóa k.**



GIẢI



Ta có: $e_b = 4e = 8V$;

$r_b = 4r = 2\Omega$.

Khi k mở hay k đóng thì dòng điện đều không qua các tụ và R_1 nên mạch ngoài gồm R_2 nt với R_3.

$$I = \frac{e_b}{R_2 + R_3 + r_b} = \frac{8}{30 + 2} = 0,25A$$

+ *Khi k mở:* Ta có C_1 nt với C_2 nên:

$$C_b = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2 . 3}{2 + 3} = 1,2\mu F$$

$$U_b = U_{MB} = IR_3 = 0,25.10 = 2,5V$$

Điện tích các tụ: $q_1 = q_2 = C_b.U_b = 1,2.2,5 = 3\mu C$

Trong trường hợp này bản tụ của C_1 nối với M và của C_2 nối với N sẽ tích điện dương. Còn bản của C_1 nối với N và C_2 nối với B sẽ tích điện âm.

+ *Khi k đóng:*

- Ta có $U_{NM} = U_{NA} + U_{AM} = 0 + IR_2 = 5V$

  ⇒ Điện tích tụ C_1 là: $q'_1 = C_1.U_{NM} = 10\mu C$ và bản tụ của C_1 nối với N tích điện dương (tức dấu trên các bản tụ thay đổi so với khi k mở)

- $U_{NB} = U_{NA} + U_{AB} = 0 + I(R_2 + R_3) = 7,5V$

  ⇒ Điện tích tụ C_2 là: $q'_2 = C_2.U_{NB} = 22,5\mu C$ và bản tụ nối với N tích điện dương (tức là dấu trên các bản tụ không thay đổi so với khi k mở và ta thấy $q'_2 > q_2$).

- Vậy lượng điện tích chạy từ bản C_1 đến N và từ bản C_2 đến N khi k mở rồi đóng là:

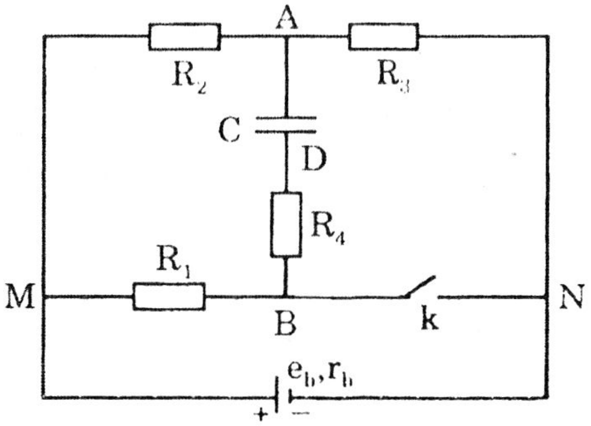
$$\Delta q = (q_1 + q'_1) + (q'_2 - q_2)$$

$$\Delta q = (3 + 10) + (22,5 - 3) = 32,5\mu C$$

Vậy điện lượng chuyển qua R_1 từ N đến A là $\Delta q = 32,5\mu C$

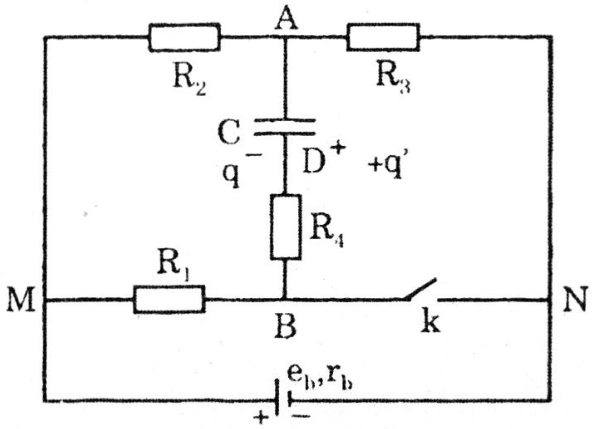
Bài 67: Cho mạch điện như hình vẽ:

Bộ nguồn có e_b = 70V; r_b = 10Ω. Các điện trở $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 20\Omega$. Điện trở khóa k là $R_K \approx 0$. Tụ có điện dung C = 10μF. Tính lượng điện tích chuyển qua R_4 trong thời gian k đóng rồi mở.



GIẢI

- *Khi k đóng*, mạch ngoài gồm (R_2 nt R_3) // R_1.



Ta có: $R_{23} = R_2 + R_3 = 40\Omega$

$$R = \frac{R_{23} . R_1}{R_{23} + R_1} = \frac{40 . 20}{40 + 20} = \frac{40}{3}\Omega$$

$$I = \frac{e_b}{R_{23} + 1} = \frac{70}{\frac{40}{3} + 10} = 3A$$

$$\Rightarrow \quad U_{MN} = IR = 3.\frac{40}{3} = 40V$$

$$\Rightarrow \quad I_{23} = \frac{U_{MN}}{R_{23}} = \frac{40}{40} = 1A$$

- Hiệu điện thế hai đầu tụ:

$$U_{DA} = U_{DB} + U_{BM} + U_{MA} = 0 - 40 + I_{23}.R_2$$

$$U_{DA} = -40 + 1.20 = -20V \Rightarrow U_{AD} = 20V$$

⇒ bản tụ C nối với R_4 tích điện âm và điện tích của tụ là

$$q = C.U_{AD} = 200\mu C$$

$$(U_{BM} = -I_1R_1 = U_{NM} = -40V)$$

- Khi k mở, mạch ngoài gồm R_2 nt R_3.

Ta có: $$I' = \frac{e_b}{R_{23} + r_b} = \frac{70}{40 + 10} = 1,4A$$

Hiệu điện thế hai đầu tụ:

$$U'_{DA} = U'_{DB} + U'_{BM} + U'_{MA} = 0 + 0 + I'R_2 = 28V$$

⇒ bản tụ nối với R_4 tích điện dương và điện tích của tụ là

$$q' = C.U'_{DA} = 280\mu F$$

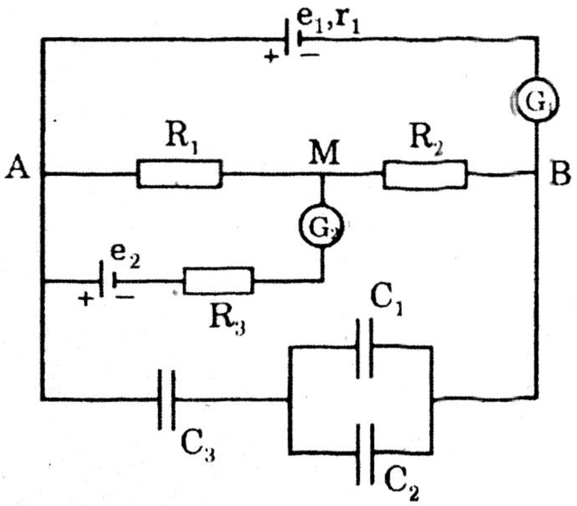
Vậy lượng điện tích tải qua R_4 theo chiều từ D đến B là

$$\Delta q = q + q' = 480\mu C$$

Bài 68: **Cho mạch điện như hình vẽ. Các nguồn $e_1 = 4V$; $r_1 = 0,5\Omega$; $e_2 = 2V$; $r_2 = 1\Omega$. Các điện trở R_1 và R_2. Các tụ $C_1 = C_2 = 2\mu F$; $C_3 = 4\mu F$. Các điện kế có điện trở không đáng kể. Điện kế G_1 chỉ 0,4A, điện kế G_2 chỉ 0.**

1. Tính R_1 và R_2.

2. Tính điện tích và điện thế trên các tụ.



GIẢI

1. Do điện kế G_2 chỉ 0 nên dòng điện không qua e_2. Dòng điện cũng không qua các tụ nên mạch ngoài của nguồn e_1 xem như gồm R_1 nt R_2.

Ta có: điện kế G_1 chỉ $I = 0,4A$

Mà $U_{AM} = IR_1 = e_2 \Rightarrow R_1 = \frac{e_2}{I} = \frac{2}{0,4} = 5\Omega$

Ta có: $I = \frac{e_1}{R_{12} + r_1}$

$$\Rightarrow R_{12} = \frac{e_1}{I} - r_1 = \frac{4}{0,4} - 0,5 = 9,5\Omega$$

$$\Rightarrow R_2 = R_{12} - R_1 = 9,5 - 5 = 4,5\Omega$$

2. Điện dung bộ tụ:

$$C_{12} = C_1 + C_2 = 2 + 2 = 4\mu F$$

$$C = \frac{C_{12} . C_3}{C_{12} + C_3} = \frac{4 . 4}{4 + 4} = 2\mu F$$

- Hiệu điện thế hai đầu bộ tụ:

$$U_{AB} = e_1 - Ir_1 = 4 - 0{,}4.0{,}5 = 3{,}8V$$

- Điện tích bộ tụ (cũng là điện tích của tụ C_3 và C_{12})

$$q_b = q_3 = q_{12} = C.U_{AB} = 2.3{,}8 = 7{,}6\mu C$$

- Hiệu điện thế trên các tụ:

$$U_3 = \frac{q_3}{C_3} = \frac{7{,}6}{4} = 1{,}9V$$

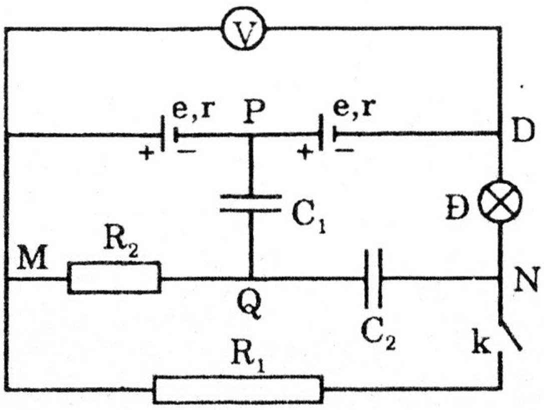
$$U_1 = U_2 = U_{12} = \frac{q_{12}}{C_{12}} = \frac{7{,}6}{4} = 1{,}9V$$

- Điện tích trên tụ C_1 và C_2:

$$q_1 = C_1.U_1 = 2.1{,}9 = 3{,}8\mu C$$

$$q_2 = C_2.U_2 = 2.1{,}9 = 3{,}8\mu C$$

Bài 69: **Cho mạch điện như hình vẽ. Hai nguồn giống nhau, một nguồn có suất điện động e, điện trở trong r. Bóng đèn loại 6V - 6W. Các tụ có điện dung $C_1 = C_2 = 2\mu F$. Điện trở $R_1 = 4\Omega$, vôn kế V có điện trở rất lớn, khóa k có điện trở không đáng kể.**



- **Khi k mở, V chỉ 12V**
- **Khi k đóng thì đèn sáng bình thường.**

1. Tính e, r.

2. Số chỉ vôn kế V khi k đóng.

3. Điện lượng tải qua R_2 khi k mở rồi đóng và cho biết các tụ phóng hay nạp điện.

GIẢI

1. *Khi k mở*, vôn kế V chỉ $U_{MD} = 2e$

$$\Rightarrow \quad e = \frac{U_{MD}}{2} = \frac{12}{2} = 6V$$

- *Khi k đóng*, do đèn sáng bình thường nên cường độ dòng điện qua đèn là:

$$I_d = I = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{6}{6} = 1A$$

Mà $I = \dfrac{e_b}{R + r_b}$ với $R = R_1 + R_d = R_1 + \dfrac{U^2_{dm}}{P_{dm}}$

$R = 4 + 6 = 10\Omega$

$\Rightarrow \quad r_1 = \dfrac{e_b}{I} - R = \dfrac{12}{1} - 10 = 2\Omega$

$r_b = 2r \quad \Rightarrow \quad r = \dfrac{r_b}{2} = 1\Omega$

2. *Khi k đóng* vôn kế V chỉ $U'_{MN} = e_b - Ir_b = 12 - 1.2 = 10V$

3. *Khi k mở:*

- $U_{QP} = U_{QM} + U_{MP} = 0 + e = 6V$

$\Rightarrow$ bản tụ C_1 nối với Q tích điện dương và điện tích tụ là

$q_1 = C_1U_{QP} = 12\mu C$

- $U_{QN} = U_{QM} + U_{MP} + U_{PD} + U_{DN} = 0 + e + e + 0$

$U_{QN} = 2e = 12V$

$\Rightarrow$ bản tụ C_2 nối với Q tích điện dương và điện tích tụ là:

$q_2 = C_2.U_{QN} = 24\mu C$

- *Khi k đóng:* Trong mạch có dòng điện I, tính tương tự trên, ta có
- $U'_{QP} = e - Ir = 6 - 1.1 = 5V$

  $q'_1 = C_1U'_{QP} = 10\mu C$ và dấu trên bản tụ không đổi.
- $U'_{QN} = 2e - I(2r + R_d) = 2.6 - 1(2.1 + 6) = 4V$

  $q'_2 = C_2.U'_{QN} = 2.4 = 8\mu C$ và dấu trên bản tụ không đổi.
- Vậy điện lượng qua R_2 khi k mở rồi đóng là:

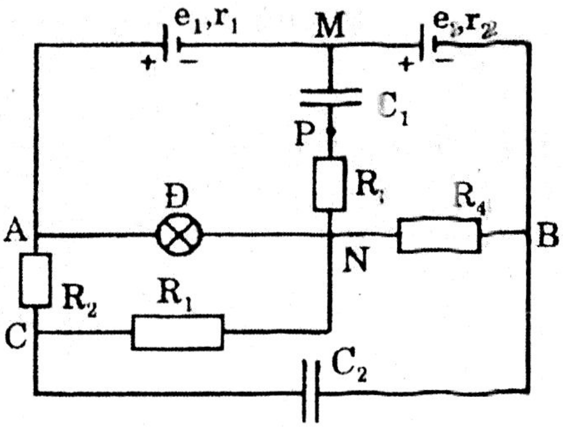
  $\Delta q = (q_1 + q_2) - (q'_1 + q'_2) = 18\mu C$

Do điện tích trên các tụ giảm nên các tụ phóng điện.

Bài 70: **Cho mạch điện như hình:**

$e_1 = 6V$; $r_1 = 0,5\Omega$; $e_2 = 9V$; $r_2 = 0,5\Omega$; $R_3 = 10\Omega$; $R_4 = 0,5\Omega$; $R_1 = 8\Omega$. Đèn Đ có ghi 12V - 18W. Các tụ có điện dung $C_1 = 6\mu F$; $C_2 = 4\mu F$. Đèn sáng bình thường.

Tính R_2, công suất mỗi nguồn, công suất mạch ngoài, điện tích trên các tụ.



GIẢI

- Do đèn sáng bình thường nên cường độ dòng điện qua đèn là:

$$I_d = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{18}{12} = 1{,}5A$$

- $e_b = e_1 + e_2 = 6 + 9 = 15V$; $r_b = r_1 + r_2 = 1\Omega$
- $U_{AB} = e_b - Ir_b = U_{AN} + U_{NB}$

$\Rightarrow e_b = U_{dm} + IR_4 + Ir_b = U_{dm} + I(R_4 + r_b)$

$$\Rightarrow I = \frac{e_b - U_{dm}}{R_4 + r_b} = \frac{15 - 12}{0{,}5 + 1} = 2A$$

$\Rightarrow I_{12} = I - I_{dm} = 2 - 1{,}5 = 0{,}5A$

$$\Rightarrow R_{12} = \frac{U_{AN}}{I_{12}} = \frac{U_{dm}}{I_{12}} = \frac{12}{0{,}5} = 24\Omega$$

$\Rightarrow R_2 = R_{12} - R_1 = 24 - 8 = 16\Omega$

Công suất nguồn e_1: $P_1 = e_1.I = 6.2 = 12W$

Công suất nguồn e_2: $P_2 = e_2.I = 9.2 = 18W$

Công suất mạch ngoài: $P_n = U_{AB}I = (e_b - Ir_b)I$

$P_n = (15 - 2.1)2 = 26W$

- $U_{MP} = U_{MA} + U_{AN} + U_{NP}$

$= (-e_1 + Ir_1) + U_{dm} + 0 = (-6 + 2.0{,}5) + 12$

$\Rightarrow U_{MP} = 7V \Rightarrow q_1 = C_1U_{MP} = 6.7 = 42\mu C$

- $U = U_{AB} = U_{AC} + U_{CB} \Rightarrow U_{CB} = U - U_{AC}$

$\Rightarrow U_{CB} = (e_b - Ir_b) - I_{12}.R_2 = (15 - 2.1) - 0{,}5.16 = 5V$

$\Rightarrow q_2 = C_2.U_{CB} = 4.5 = 20\mu C$

Bài 71: Các nguồn có $e_1 = 12V$; $r_1 = 2\Omega$; $e_2 = 6V$; $r_2 = 2\Omega$. Các điện trở $R_1 = R_3 = 4\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, các khóa có $R_K \approx 0$, ampe kế A có điện trở không đáng kể. Tụ có điện dung $C = 6\mu F$

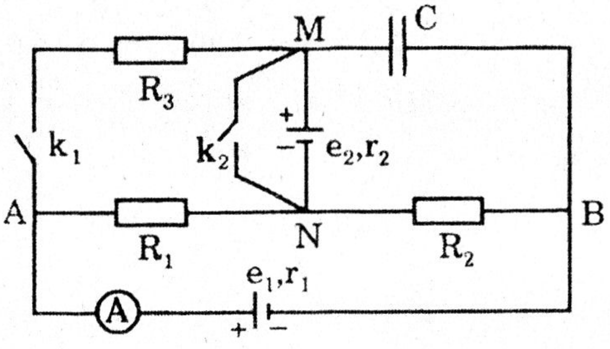
Tìm số chỉ của ampe kế và điện tích trên tụ khi:

1. k_1, k_2 đều mở.

2. k_1, k_2 đều đóng.

3. k_1 đóng, k_2 mở.

4. k_1 mở, k_2 đóng.



GIẢI

1. *k_1, k_2 đều mở:*

- Ampe kế A chỉ $I = \dfrac{e_1}{R_1 + R_2 + r_1} = \dfrac{12}{4+6+2} = 1A$
- $U_{MB} = U_{MN} + U_{NB} = e_2 + IR_2 = 6 + 1.6 = 12V$

  Điện tích tụ $q = C.U_{MB} = 6.12 = 72\mu C$

2. *k_1, k_2 đều đóng:*

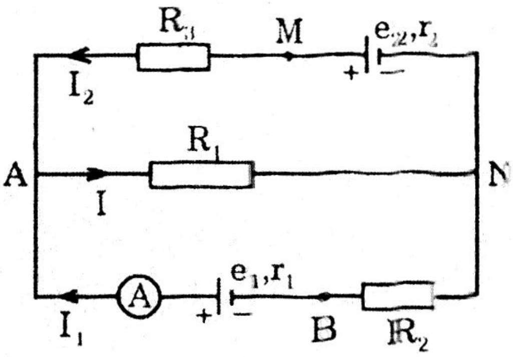
$$R_{13} = \frac{R_1 . R_3}{R_1 + R_3} = \frac{4 . 4}{4+4} = 2\Omega$$

$$R = R_{13} + R_2 = 2 + 6 = 8\Omega$$

- Ampe kế A chỉ $I = \dfrac{e_1}{R + r_1} = \dfrac{12}{8+2} = 1,2A$
- $U_{MB} = U_{MN} + U_{NB} = 0 + IR_2 = 1,2.6 = 7,2V$

Điện tích trên tụ là $q = C.U_{MB} = 6.7,2 = 43,2\mu C$

3. *k_1 đóng, k_2 mở:*



Tương tự, ta có:

$$U_{AN} = \frac{\dfrac{e_2}{r_2 + R_3} + \dfrac{e_1}{r_1 + R_2}}{\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{r_2 + R_3} + \dfrac{1}{r_1 + R_2}}$$

$$\Rightarrow \quad U_{AN} = \frac{1 + 0,75}{\dfrac{1}{4} + \dfrac{1}{6} + \dfrac{1}{8}} = 3,23V$$

Ampe kế A chỉ $I_1 = \dfrac{e_1 - U_{AN}}{r_1 + R_2} = \dfrac{12 - 3,23}{8} \approx 1,1A$

- Còn $I_2 = \dfrac{e_2 - U_{AN}}{r_2 + R_3} = \dfrac{6 - 3,23}{6} = 0,46A$

  Mà $U_{MB} = U_{MN} + U_{NB} = (e_2 - I_2r_2) + I_1R_2$

  $\Rightarrow$ $U_{MB} = 6 - 0,46.2 + 1,1.6 = 11,68V$

  $\Rightarrow$ Điện tích trên tụ là: $q = C.U_{MB} \approx 70\mu C$

4. *k_1 mở, k_2 đóng:*

- Ampe kế A chỉ $I = \dfrac{e_1}{R_1 + R_2 + r_1} = 1A$
- $U_{MB} = U_{MN} + U_{NB} = 0 + IR_2 = 1.6 = 6V$

  Điện tích trên tụ là: $q = C.U_{MB} = 36\mu C$

Bài 72 Có 12 pin giống nhau, mỗi pin có suất điện động e = 2V, điện trở trong r = 0,1Ω được mắc thành bộ rồi nối với mạch ngoài có điện trở R = 0,3Ω.

1. Tính suất điện động, điện trở trong của bộ nguồn và dòng điện qua R khi:
   + 12 pin ghép nối tiếp.
   + 12 pin ghép song song.
   + 12 pin ghép thành bốn dãy, mỗi dãy có 3 pin.
2. Nếu ghép thành m dãy, mỗi dãy có n pin. Tìm cách ghép để dòng điện qua R là lớn nhất. Tính I_{max}.
3. Thay R bằng R_1 = 0,8Ω. Ghép bộ nguồn thành 2 dãy, 1 dãy có x pin, 1 dãy có y pin. Tìm cách ghép để không có dòng điện qua dãy có y pin.

GIẢI

1. + *12 pin ghép nối tiếp:* Ta được bộ nguồn có:

$$e_b = n.e = 12.2 = 24V$$

$$r_b = n.r = 12.0,1 = 1,2\Omega$$

Dòng qua R là:

$$I = \frac{e_b}{R + r_b} = \frac{24}{0,3 + 1,2} = 16A$$

+ *12 pin ghép song song*, tương tự ta có:

$$e_b = e = 2V;\ r_b = \frac{r}{n} = \frac{0,1}{12} = 0,008\Omega$$

và $$I = \frac{e_b}{R + r_b} = \frac{2}{0,3 + 0,008} = 6,5A$$

+ *12 pin ghép thành 4 dãy (m = 4), mỗi dãy có 3 pin (n = 3). Ta có:*

$$e_b = n.e = 3.2 = 6V$$

$$r_b = \frac{n.r}{m} = \frac{3.0,1}{4} = 0,075\Omega$$

và $$I = \frac{e_b}{R + r_b} = \frac{6}{0,3 + 0,075} = 16A$$

2. Ta có $e_b = ne;\quad r_b = \frac{n.r}{m}$

$$I = \frac{e_b}{R + r_b} = \frac{n.e}{R + \frac{nr}{m}} = \frac{e}{\frac{R}{n} + \frac{r}{m}}$$

Theo bất đẳng thức Cô-si:

$$\frac{R}{n} + \frac{r}{m} \geqslant 2\sqrt{\frac{R}{n} \cdot \frac{r}{m}} = 2\sqrt{\frac{R \cdot r}{N}}$$

Vậy $\frac{R}{n} + \frac{r}{m}$ bé nhất khi $\frac{R}{n} = \frac{r}{m}$, lúc đó I lớn nhất.

Từ đó: $\frac{R}{n} = \frac{r}{m}$

$$\Rightarrow \quad \frac{n}{m} = \frac{R}{r} = \frac{0,3}{0,1} = 3$$

hay: $n = 3m$

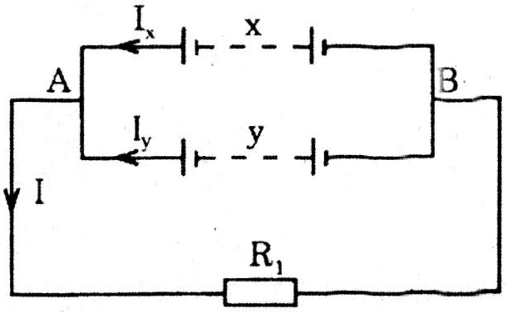
mà: $n.m = N = 12$

Từ đó ta suy ra: $n = 6$; $m = 2$

Vậy ta phải ghép bộ nguồn thành 2 dãy, mỗi dãy có 6 pin thì dòng điện qua R lớn nhất:

$$I_{max} = \frac{e}{\frac{R}{n} + \frac{r}{m}} = \frac{2}{\frac{0,3}{6} + \frac{0,1}{2}} = 20A$$

3. Áp dụng định luật Ôm cho đoạn mạch có máy phát:



$$I_y = \frac{xe - U_{AB}}{y \cdot r} = \frac{2y - U_{AB}}{0,1y}$$

Do không có dòng qua dãy y pin nên:

$$I_y = 0 \text{ hay } U_{AB} = 2y \qquad (1)$$

$$I_x = \frac{xe - U_{AB}}{xr} = \frac{2x - U_{AB}}{0,1x} \qquad (2)$$

$$I = I_x + I_y = I_x = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{U_{AB}}{0,8}. \qquad (3)$$

Từ (1), (2), (3) ta suy ra: $xy = 8x - 8y$ (4)

Mặt khác: $x + y = 12$ hay $y = 12 - x$ (5)

Thay (5) vào (4) ta được: $x^2 + 4x - 96 = 0$

Giải phương trình ta được: $x_1 = -12$ (loại)

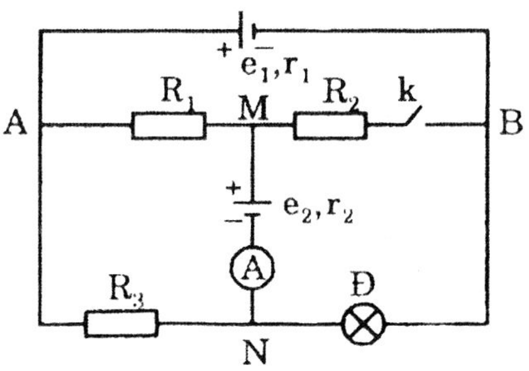
$x_2 = 8$ (nhận)

$\Rightarrow \quad y = 12 - x = 4$

Vậy phải ghép bộ nguồn thành hai dãy, một dãy có 8 pin một dãy có 4 pin thì dòng qua dãy 4 pin bằng 0.

Bà 73: Cho mạch điện như hình. Biết $e_1 = 16V$; $r_1 = 2\Omega$; $e_2 = 5V$; $r_2 = 1\Omega$, $R_1 = 1\Omega$, $R_3 = 7\Omega$, đèn Đ: 6V - 12W.

1. k mở: tìm số chỉ của ampe kế và độ sáng đèn Đ.
2. k đóng: ampe kế chỉ 0. Tìm R_2. Biết $R_a \approx R_K \approx 0$



GIẢI

1. *k mở, dòng điện không qua R_2 mạch điện vẽ lại như hình.*

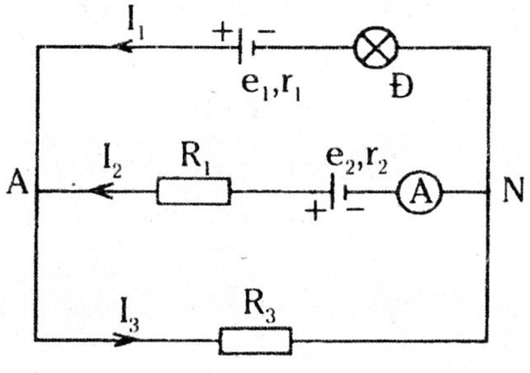
Ta có: $$I_1 = \frac{e_1 - U_{AN}}{r_1 + R_d} = \frac{16 - U_{AN}}{5} \quad (1)$$

$$(R_d = \frac{U_{dm}^2}{P_{dm}} = \frac{6^2}{12} = 3\Omega)$$

$$I_2 = \frac{e_2 - U_{AN}}{r_2 + R_1} = \frac{5 - U_{AN}}{2} \quad (2)$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = \frac{U_{AN}}{R_3} = \frac{U_{AN}}{7} \quad (3)$$

Từ (1), (2), (3) ta suy ra: $U_{AN} = 6,76V$



$$(1) \Rightarrow I_1 = \frac{16 - 6,76}{5} = 1,84A$$

$$(2) \Rightarrow I_2 = \frac{5 - 6,76}{2} = -0,88A$$

$I_2 < 0$, dòng I_2 có chiều ngược lại ở hình vẽ. Lúc này e_2 là máy thu và ampe kế chỉ 0,88A.

$$(3) \Rightarrow I_3 = \frac{6,76}{7} = 0,96A$$

$$I_{dm} = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{12}{6} = 2A > I_1 = 1,84A$$

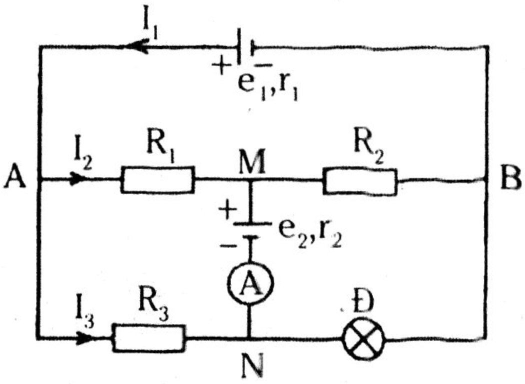
Do đó đèn Đ sáng mờ.

2. *k đóng*, không có dòng qua (A) và e_2, do đó $U_{MN} = e_2 = 5V$.

Ta có: $$R_{AB} = \frac{(R_1 + R_2) + (R_3 + R_d)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_d}$$

$$R_{AB} = \frac{10(R_2 + 1)}{R_2 + 11}$$

$$I_1 = \frac{e_1}{R_{AB} + r_1} = \frac{16}{R_{AB} + 2}$$


I₁
+ e₁,r₁ –
A
I₂
R₁
M
R₂
B
+ e₂,r₂ –
A
I₃
R₃
Đ
N

$$I_1 = \frac{4(R_2 + 11)}{3R_2 + 8}$$

$$U_{AB} = R_{AB}.I_1 = \frac{40(R_2 + 1)}{3R_2 + 8}$$

$$I_2 = \frac{U_{AB}}{R_1 + R_2} = \frac{40}{3R_2 + 8}$$

$$I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3 + R_d} = \frac{4(R_2 + 1)}{3R_2 + 8}$$

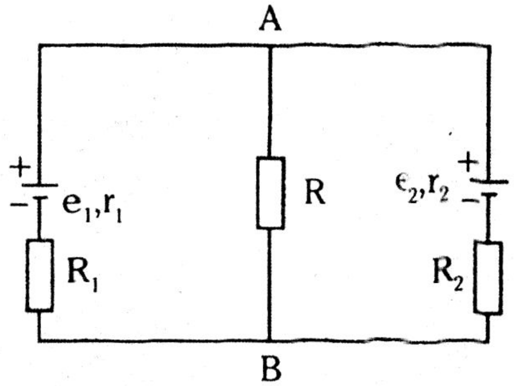
Từ đó: $U_{NM} = e_2 = 5 = -R_1.I_2 + R_3I_3$

$$5 = -\frac{40}{3R_2 + 8} + \frac{7 . 4(R_2 + 1)}{3R_2 + 8}$$

$$5 = \frac{28R_2 - 12}{3R_2 + 8} \quad \Rightarrow \quad R_2 = 4\Omega$$

Bài 74: **Cho mạch điện như hình.**

Biết $e_1 = 12V$; $r_1 = 1\Omega$; $e_2 = 6V$; $r_2 = 1\Omega$; $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 3\Omega$.

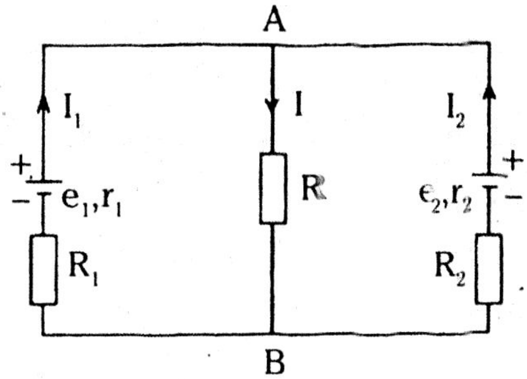

A
+ – e₁,r₁
R₁
R
e₂,r₂ + –
R₂
B

1. Định giá trị của R để e_2 là máy phát, máy thu, không phát, không thu?

2. Tính R để dòng phát của e_1 gấp 2 lần dòng thu của e_2. Tính công suất của e_1 lúc này.

GIẢI

1. Giả sử dòng điện qua các điện trở có chiều trên hình. Ta có:


A
I₁
I
I₂
+ – e₁,r₁
R
e₂,r₂ + –
R₁
R₂
B

$$I_1 = \frac{e_1 - U_{AB}}{R_1 + r_1} = \frac{12 - U_{AB}}{3} \quad (1)$$

$$I_2 = \frac{e_2 - U_{AB}}{R_2 + r_2} = \frac{6 - U_{AB}}{4} \quad (2)$$

$$I = \frac{U_{AB}}{R} \quad (3)$$

Từ (1), (2), (3) ta suy ra:

$$U_{AB} = \frac{5,5(12 \cdot R)}{7R + 12} = \frac{66R}{7R + 12} \qquad (4)$$

Mặt khác từ (2) ta rút ra:

$$U_{AB} = e_2 - (R_2 + r_2)I_2 \qquad (5)$$

+ Phương trình (5) cho ta thấy nếu e_2 phát dòng thì: $U_{AB} < e_2$

Từ (4) ta được:

$$\frac{66R}{7R + 12} < 6 \text{ hay } R < 3\Omega$$

+ Nếu e_2 thu thì $U_{AB} > e_2$, từ (4) ta suy ra: $R > 3\Omega$

+ Nếu e_2 không thu, không phát, nghĩa là không có dòng qua e_2, do đó: $U_{AB} = e_2$

(4) $\Rightarrow$ $R = 3\Omega$

2. Theo đề bài, ta có: $I_1 = -2I_2$

Từ (1) và (2) ta suy ra: $U_{AB} = 8,4V$

Thay vào (4) ta được: $R = 14\Omega$

(1) $\Rightarrow$ $I_1 = 1,2A$

Và công suất của nguồn e_1 là:

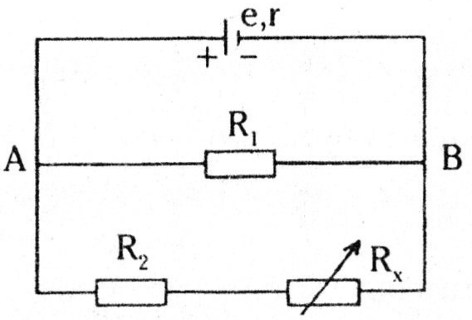
$$P_1 = e_1 . I_1 = 12 . 1,2 = 14,4W$$

Bài 75: **Cho mạch điện như hình vẽ $e = 24V$, $r = 2\Omega$; $R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 2\Omega$. Định R_x để:**

1. Công suất mạch ngoài lớn nhất. Tính giá trị này.

2. Công suất trên R_x bằng 9W.

3. Công suất trên R_x cực đại. Tính giá trị này.



GIẢI

1. Gọi R là điện trở mạch ngoài, ta có:

$$R = \frac{(R_2 + R_x) . R_1}{R_1 + R_2 + R_x} = \frac{3(2 + R_x)}{R_x + 5} \qquad (*)$$

Công suất mạch ngoài:

$$P = RI^2 = R\left(\frac{e}{R + r}\right)^2 = \frac{e^2 . R}{(R + r)^2}$$

Áp dụng bất đẳng thức Cô-si:

$(R + r)^2 \geqslant 4R.r$, từ đó

$$P_{max} = \frac{e^2 . R}{4Rr} = \frac{e^2}{4r} = \frac{24^2}{4 . 2} = 72W$$

Khi đó: $R = r = 2\Omega$. Do đó từ (*) ta suy ra:

$$\frac{3(2 + R_x)}{R_x + 5} = 2 \text{ hay } R_x = 4\Omega$$

2. Lúc này, I qua mạch chính:

$$I = \frac{e}{R + r} = \frac{24}{\frac{3(2 + R_x)}{R_x + 5} + 2} = \frac{24(R_x + 5)}{5R_x + 16}$$

$$U_{AB} = R.I = \frac{72(R_x + 2)}{5R_x + 16}$$

Và cường độ dòng điện qua R_x:

$$I_x = \frac{U_{AB}}{R_2 + R_x} = \frac{\frac{72(R_x + 2)}{5R_x + 16}}{2 + R_x} = \frac{72}{5R_x + 16}$$

$$\Rightarrow \quad P_x = R_x I_x^2 = \frac{R_x . 72^2}{(5R_x + 16)^2}$$

Theo đề bài: $P_x = 9W \quad \Rightarrow \quad \frac{R_x . 72^2}{(5R_x + 16)^2} = 9$

Hay: $25R_x^2 - 416R_x + 256 = 0$

Giải phương trình bậc 2 ta được:

$$R_x = 16\Omega \quad \text{hoặc} \quad R_x = 0,64\Omega$$

3. Ta có: $P_x = \frac{72^2 . R_x}{(5R_x + 16)^2}$

Theo bất đẳng thức Cô-si:

$$(5R_x + 16)^2 \geqslant 4.16.5R_x = 320R_x$$

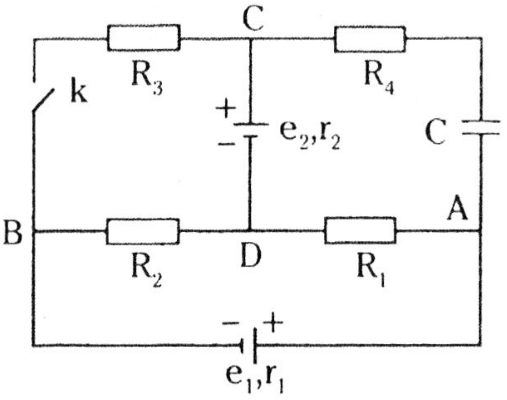
Và $\quad P_{x\,max} = \frac{72^2 . R_x}{320R_x} = \frac{72^2}{320} = 16,2W$

Khi đó: $5R_x = 16\Omega$ hay $R_x = \frac{16}{5} = 3,2\Omega$

Bài 76: Cho mạch điện như hình.

Biết $e_1 = 6V$; $r_1 = 1\Omega$; $e_2 = 2V$; $r_2 = 0,5\Omega$; $R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 2,5\Omega$, $C = 1\mu F$.

1. **Tính điện tích trên tụ C khi k mở, bản nào tích điện dương.**
2. **Tìm điện lượng qua R_4 khi k đóng.**



GIẢI

1. *Khi k mở,* dòng điện chỉ qua R_1 và R_2 do nguồn e_1 phát dòng nên:

$$I = \frac{e_1}{R_1 + R_2 + r_1} = \frac{6}{1+2+1} = 1,5A$$

Từ đó: $U_{CA} = U_{CD} + U_{DA} = e_2 - U_{AD}$

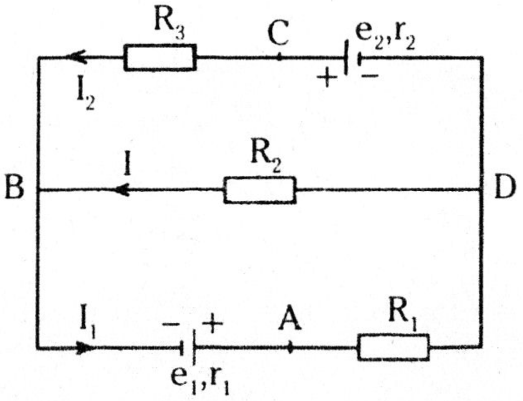
$U_{CA} = 2 - 1,5.1 = 0,5V > 0$

Vậy bản nối điểm C tích điện dương và điện tích trên tụ là:

$$q_1 = C.U_{CA} = 1.0,5 = 0,5\mu C$$

2. *Khi k đóng,* dòng điện vẫn không qua R_4 và tụ C.

Cho các dòng điện như hình. Ta có:



$$I_1 = \frac{e_1 - U_{DB}}{R_1 + r_1} = \frac{6 - U_{DB}}{2} \qquad (1)$$

$$I_2 = \frac{e_2 + U_{DB}}{R_3 + r_2} = \frac{2 + U_{DB}}{3} \qquad (2)$$

$$I = \frac{U_{DB}}{R_2} = \frac{U_{DB}}{2} \qquad (3)$$

Từ (1), (2), (3) kết hợp với $I_1 = I + I_2$ ta suy ra:

$$\frac{6 - U_{DB}}{2} = \frac{U_{DB}}{2} + \frac{2 + U_{DB}}{3} \quad \Rightarrow \quad U_{DB} = 1,75V$$

$$(1) \Rightarrow \quad I_1 = \frac{6 - 1,75}{2} = 2,125A$$

$$(2) \Rightarrow \quad I_2 = \frac{2 + 1,75}{3} = 1,25A$$

Và $U_{CD} = e_2 - I_2r_2 = 2 - 1,25.0,5 = 1,375V$

$U_{AD} = R_1.I_1 = 1.2,125 = 2,125V$

Từ đó: $U_{CA} = U_{CD} + U_{DA} = U_{CD} - U_{AD}$

$U_{CA} = 1,375 - 2,125 = -0,75 < 0$

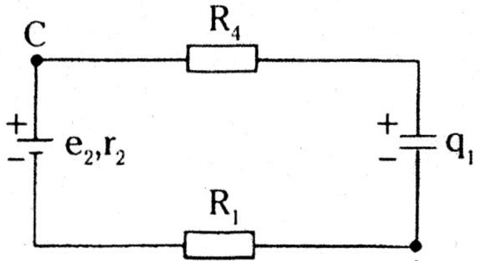
Do đó bản nối A tích điện dương và điện tích của tụ là:

$$q_2 = C.U_{AC} = 1.0,75 = 0,75\mu C$$

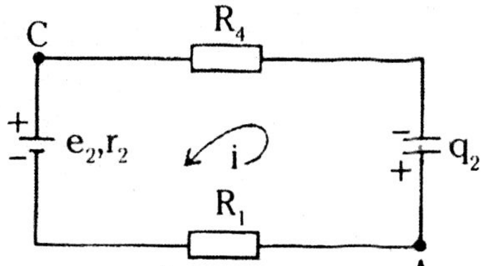
Do bản nối với A bị đổi dấu nên điện lượng qua R_4 là:

$$\Delta q = q_1 + q_2 = 1,25\mu C$$

Và dòng điện tích dương (tương đương dòng điện) chạy từ bản tụ qua R_4 về điểm C.



Lúc đầu



Lúc sau

Bài 77: **Một máy phát điện cung cấp điện cho một động cơ. Suất điện động và điện trở trong của máy phát là e = 25V; r = 1Ω. Dòng điện chạy qua động cơ là 2A, điện trở của cuộn dây trong động cơ là 1,5Ω. Tính:**

1. **Công suất của nguồn và hiệu suất của nó.**
2. **Công suất điện toàn phần và công suất cơ học của động cơ điện. Hiệu suất của động cơ.**
3. **Giả sử động cơ bị kẹt không quay được, dòng điện qua điện cơ có cường độ bao nhiêu?**

GIẢI

1. Công suất nguồn: $P_e = e.I = 25.2 = 50W$

Hiệu suất nguồn: $H = \dfrac{P_n}{P_e} = \dfrac{UI}{eI} = \dfrac{e - Ir}{e} = 92\%$

2. Công suất toàn phần của động cơ:

$$P_{dc} = UI = (e + Ir)I = 46W$$

Công suất nhiệt của động cơ: $P_R = RI^2 = 6W$

Công suất cơ học của động cơ: $P_C = P_{dc} - P_R = 40W$

Hiệu suất động cơ: $H_{dc} = \dfrac{P_C}{P_{dc}} = 87\%$

3. Khi động cơ bị kẹt, điện năng không chuyển được thành cơ năng, ta có dòng điện qua động cơ là:

$$I = \frac{e}{R + r} = \frac{25}{1,5 + 1} = 10A$$

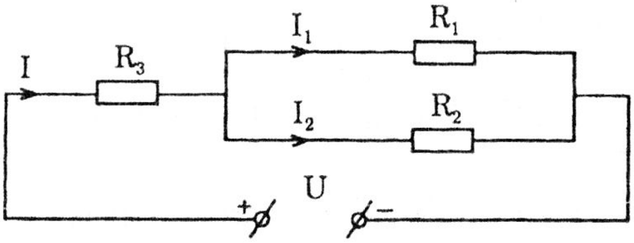
C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

Bài 1: Có hai điện trở R_1 và R_2, mắc song song giữa hai điểm có hiệu điện thế $U = 6V$. Dùng ampe kế có điện trở không đáng kể đo được cường độ dòng điện qua R_1 là 0,5A và qua mạch chính là 0,8A. Tính R_1 và R_2.

ĐS: $R_1 = 12\Omega$; $R_2 = 20\Omega$

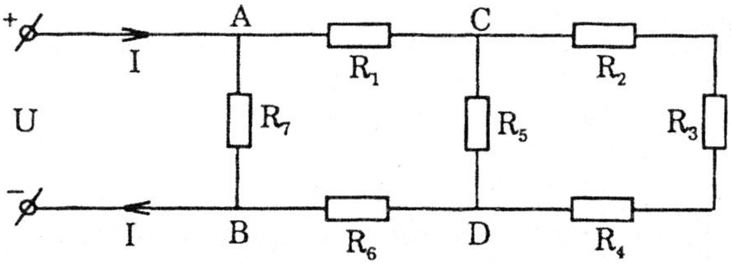
Bài 2: Cho mạch điện như hình vẽ:

$U = 6V$; $R_1 = 6\Omega$;
$R_3 = 4\Omega$.
Cường độ dòng điện qua R_2 là $I_2 = \frac{2}{3}A$. Tính R_2?



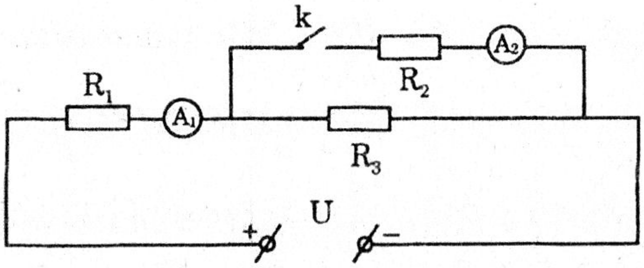
ĐS: $R_2 = 3\Omega$

Bài 3: Cho mạch điện như hình vẽ.
$R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 3\Omega$;
$R_3 = 5\Omega$; $R_4 = 4\Omega$;
$R_5 = 6\Omega$; $R_6 = 12\Omega$;
$R_7 = 24\Omega$; Cường độ dòng điện mạch chính là $I = 1A$. Tính hiệu điện thế U hai đầu mạch và hiệu điện thế hai đầu điện trở R_3.



ĐS: $U = 12V$; $U_3 = \frac{5}{6}V$

Bài 4: Cho mạch điện như hình vẽ: $U = 6V$; $R_1 = 3\Omega$.
Khi k mở, ampe kế A_1 chỉ 1,2A. Khi k đóng ampe kế A_2 chỉ 0,5A. Tính R_2 và R_3. Bỏ qua điện trở của các ampe kế và khóa k.



ĐS: $R_2 = 3,6\Omega$; $R_3 = 2\Omega$

Bài 5: Mạch điện gồm một biến trở mắc nối tiếp với một điện trở R_o. Đặt vào hai đầu mạch hiệu điện thế U.

Điều chỉnh con chạy để điện trở của biến trở tham gia vào mạch là $R_1 = 10\Omega$ thì đo được hiệu điện thế hai đầu biến trở là $U_1 = 5V$, nếu là $R_2 = 40\Omega$ thì hiệu điện thế hai đầu biến trở là $U_2 = 10V$. Tính U và R_o.

ĐS: $U = 15V$; $R_o = 20\Omega$

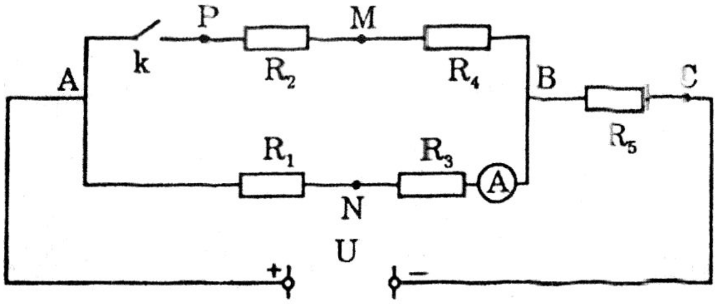
Bài 6: Cho mạch điện như hình vẽ:

$R_1 = 3\Omega$; $R_2 = 2\Omega$;

$R_4 = 1\Omega$; $R_5 = 4\Omega$;

$U = 18V$

1. Khi k mở, ampe kế A chỉ 1,8A. Tính R_3.


P
M
k
A
R_2
R_4
B
C
R_5
R_1
R_3
A
N
U
+
–

2. Khi k đóng, tính:

- Cường độ dòng điện qua mỗi điện trở.
- Hiệu điện thế giữa M và N; giữa M và C.

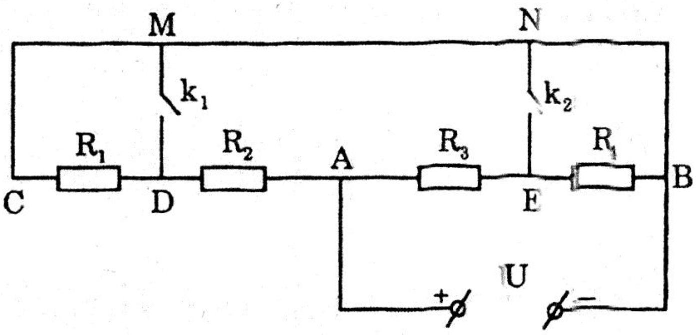
Bỏ qua điện trở của ampe kế và khóa k.

ĐS: *1.* $R_3 = 3\Omega$ *2.* $I_5 = 3A$; $I_1 = I_3 = 1A$; $I_2 = I_4 = 2A$

$U_{MN} = 1V$; $U_{MC} = 14V$

Bài 7: Có mạch điện như sau: $R_1 = R_3 = 12\Omega$; $R_2 = R_4 = 6\Omega$.

$U = 12V$, bỏ qua điện trở các dây nối và khóa k. Tính điện trở tương đương và cường độ dòng điện qua mỗi điện trở khi:


M
N
k_1
k_2
R_1
R_2
A
R_3
R_4
B
C
D
E
U
+
–

1. k_1 đóng, k_2 mở

2. k_1 mở, k_2 đóng

3. k_1, k_2 đều mở

4. k_1, k_2 đều đóng

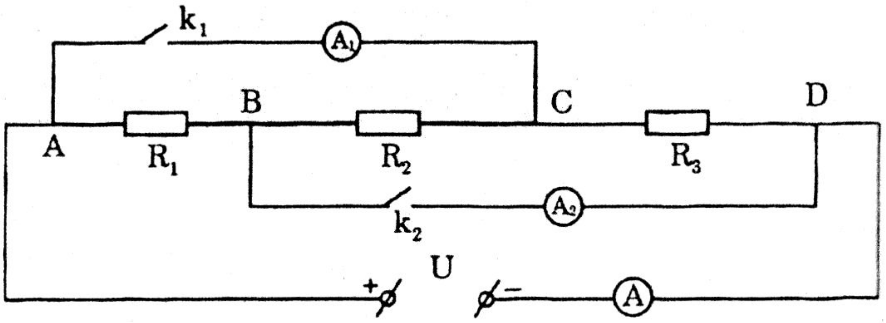
ĐS: *1.* $R = 4,5\Omega$; $I_2 = 2A$; $I_3 = I_4 = \frac{2}{3}A$

2. $R = 4,5\Omega$; $I_3 = 2A$; $I_1 = I_2 = \frac{2}{3}A$

3. $R = 9\Omega$; $I_1 = I_2 = \frac{2}{3}A$; $I_3 = I_4 = \frac{2}{3}A$

4. $R = 4\Omega$; $I_2 = 2A$; $I_3 = 1A$

Bài 8: Cho mạch điện như hình vẽ:


k_1
A_1
B
C
D
A
R_1
R_2
R_3
A_2
k_2
U
+
–
A

$U = 12V$, bỏ qua điện trở của các ampe kế và các khóa.

1. k_1 mở, k_2 đóng, ampe kế A_2 chỉ 0,2A. Tính R_1.

2. k_1 đóng, k_2 mở ampe kế A_1 chỉ 0,3A. Tính R_3.

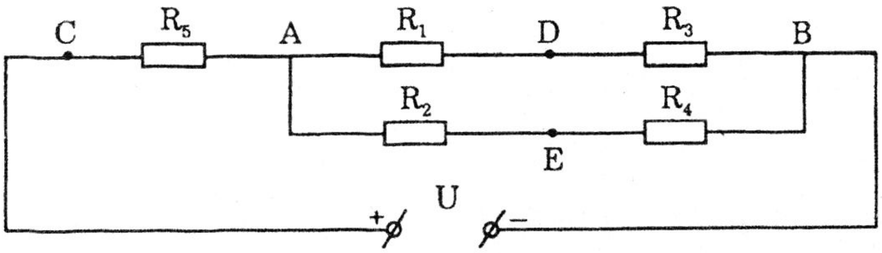
3. k_1, k_2 đều đóng, ampe kế A chỉ 0,6A. Tính R_2 và số chỉ của ampe kế A_1 và ampe kế A_2.

4. Thay đổi điện trở nào thì số chỉ đồng thời của ba ampe kế đều thay đổi khi k_1 và k_2 đều đóng.

ĐS: *1.* $R_1 = 60\Omega$ *2.* $R_3 = 40\Omega$

3. $R_2 = 120\Omega$; $I_{a_1} = 0,4A$; $I_{a_2} = 0,3A$ *4. Thay đổi* R_2

Bài 9: Cho mạch điện như hình vẽ:



Có một vôn kế V có điện trở rất lớn và một ampe kế A có điện trở rất nhỏ.

$R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 12\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_5 = 6\Omega$; $U = 12V$

1. Nối vôn kế giữa C và D thì vôn kế chỉ bao nhiêu?

2. Nối vôn kế giữa D và E thì vôn kế chỉ bao nhiêu?

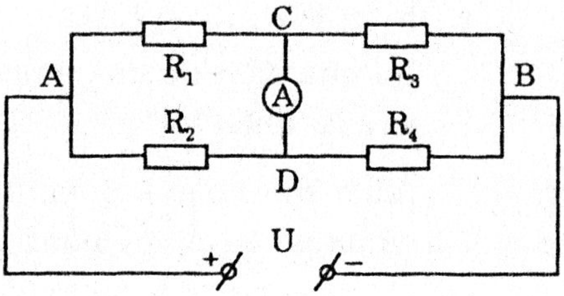
3. Nối ampe kế giữa C và D thì ampe kế chỉ bao nhiêu?

4. Nối ampe kế giữa D và E thì ampe kế chỉ bao nhiêu?

ĐS: *1.* $U_{CD} = 8V$ *2.* $U_{DE} = 0$

3. $I_{CD} = 1,5A$ *4.* $I_{DE} = 0$

Bài 10: Cho mạch điện như hình vẽ:



$R_1 = 15\Omega$; $R_2 = 10\Omega$;

$R_3 = 12\Omega$; $U = 12V$.

Bỏ qua điện trở của ampe kế.

1. Cho $R_4 = 12\Omega$. Tính cường độ dòng điện và chỉ rõ chiều dòng điện qua ampe kế.

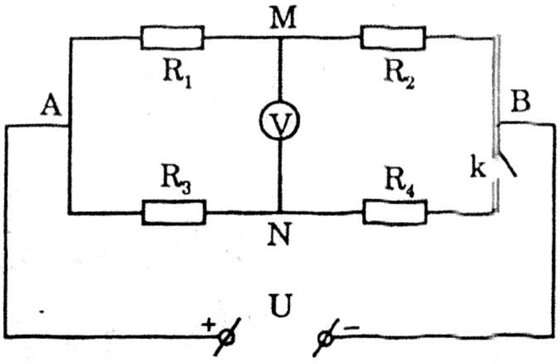
2. Hỏi như câu 1 nhưng cho $R_4 = 8\Omega$.

3. Tính R_4 khi cho dòng điện đi qua ampe kế có chiều từ C đến D và có cường độ là 0,2A.

ĐS: 1. $I_a = 0,1A$ *đi từ D đến C*

2. $I_a = 0$ 3. $R_4 = 4\Omega$

Bài 11: Cho mạch điện như hình vẽ:



$R_1 = 8\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 6\Omega$

$U = 12V$

Vôn kế có điện trở rất lớn, điện trở khóa k không đáng kể.

1. Khi k mở, vôn kế chỉ bao nhiêu?

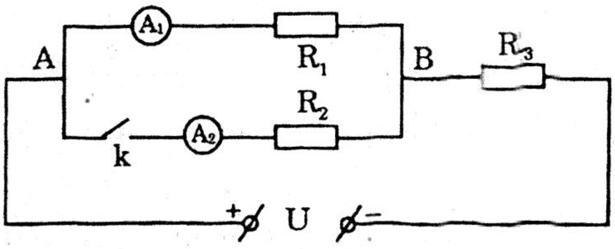
2. Cho $R_2 = 4\Omega$. Khi k đóng, vôn kế chỉ bao nhiêu?

3. k đóng, vôn kế chỉ 2V. Tính R_4.

ĐS: 1. $U_{NM} = 8V$ 2. $U_{NM} = 0,8V$

3. $R_4 = 6\Omega$

Bài 12: Cho mạch điện như hình vẽ:



Bỏ qua điện trở của các ampe kế và khóa k.

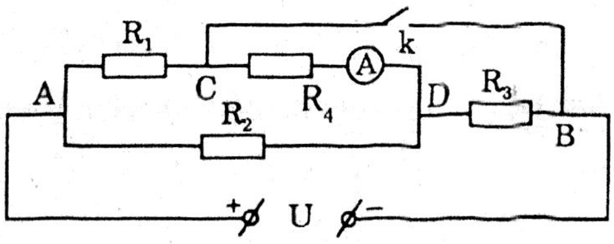
Khi k mở, ampe kế A_1 chỉ $\frac{3}{4}$A.

Khi k đóng, ampe kế A_1 chỉ $\frac{2}{3}$A, ampe kế A_2 chỉ $\frac{1}{3}$A.

Tính R_1, R_2, R_3. Biết $U = 12V$.

ĐS: $R_1 = 12\Omega$; $R_2 = 24\Omega$; $R_3 = 4\Omega$

Bài 13: Cho mạch điện như hình vẽ:



$U = 90V$; $R_1 = 45\Omega$;

$R_2 = 90\Omega$; $R_4 = 15\Omega$.

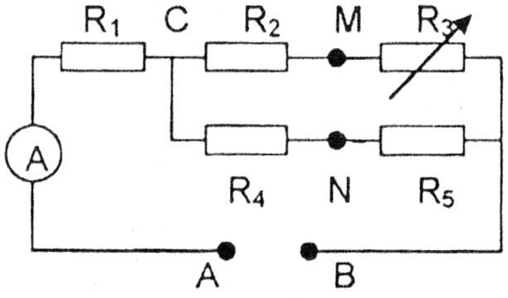
Bỏ qua điện trở của ampe kế và của khóa k.

Khi k mở hoặc k đóng thì chỉ số ampe kế A không đổi. Tính số chỉ cả ampe kế A và cường độ dòng điện qua khóa k khi k đóng.

ĐS: $I_a \approx 2,67A$; $I_k \approx 0,67A$

Bài 14: Cho mạch điện như hình vẽ.

$U_{AB} = 7,44V$; $R_1 = 1,2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_5 = 4\Omega$. R_3 có thể thay đổi được.



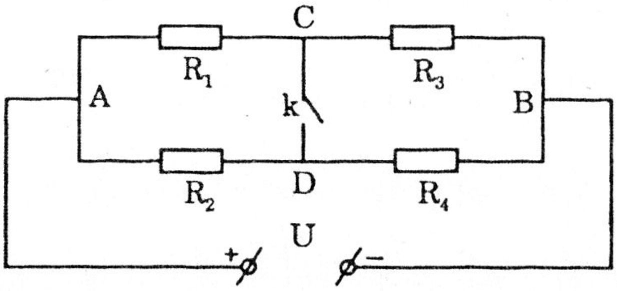
1. Tính R_3 và hiệu điện thế giữa hai điểm MN khi ampe kế chỉ 1,2A.
2. Nối M và N bằng một dây dẫn có điện trở không đáng kể:
   a. Tìm số chỉ của ampe kế và cường độ dòng điện qua dây dẫn khi $R_3 = 6\Omega$
   b. Muốn cường độ dòng điện qua dây dẫn bằng không thì R_3 phải bằng bao nhiêu?

ĐS: 1. $R_3 = 6\Omega$; $U_{MN} = -1,2V$

2. a. $I = 1,24A$; $I_{MN} = 0,248A$ b. $R_3 = \frac{8}{3}\Omega$

Bài 15: Cho mạch điện như hình vẽ: $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = R_4 = 6\Omega$.

1. Khi k mở, cường độ dòng điện qua R_1 lớn gấp hai lần dòng điện qua R_2. Tính R_3.
2. Đóng khóa k. Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở và qua khóa k. Cho U = 7,8V. Bỏ qua điện trở của khóa k.

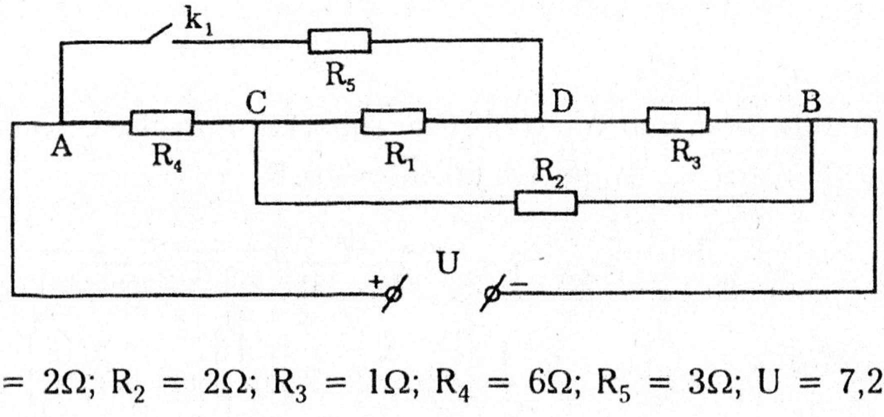


ĐS: 1. $R_3 = 2\Omega$

2. $I_1 = 1,2A$; $I_2 = 0,8A$; $I_3 = 1,5A$; $I_4 = 0,5A$

$I_k = 0,3A$ đi từ D đến C

Bài 16: Cho mạch điện như hình vẽ:



$R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 1\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_5 = 3\Omega$; U = 7,2V

Bỏ qua điện trở của khóa k. Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở khi:

1. k mở **2.** k đóng

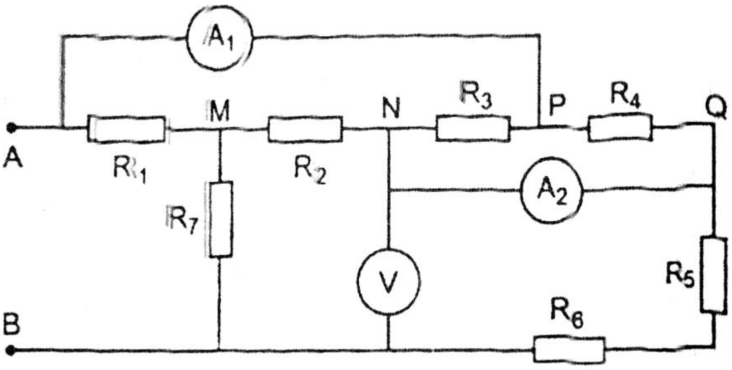
ĐS: 1. $I_4 = 1A$; $I_1 = I_3 = 0,4A$; $I_2 = 0,6A$

2. $I_3 = I_5 = 1,8A$; $I_2 = I_4 = 0,9A$

Bài 17: Cho mạch điện như hình vẽ.

Cho biết $U_{AB} = 6V$; $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\Omega$; $R_5 = R_6 = 1\Omega$; $R_7 = 4\Omega$;

Điện trở của vôn kế rất lớn, điện trở của các ampe kế nhỏ không đáng kể.

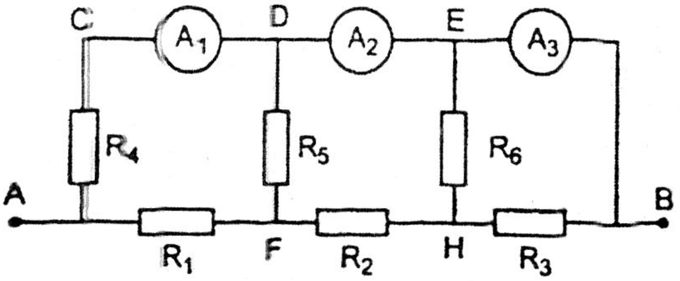

A₁
A
R₁
M
R₇
R₂
N
R₃
P
R₄
Q
A₂
V
R₅
R₆
B

Tính R_{AB}, cường độ dòng điện qua các điện trở, số chỉ các ampe kế và vôn kế.

ĐS: $R_{AB} = 2\Omega$; $I_1 = I_3 = I_4 = I_7 = 1A$; $I_5 = I_6 = 2A$;
$I_{a_1} = 2A$; $I_{a_2} = 1A$, $U_V = 4V$

Bài 18: Cho mạch điện như hình vẽ.

Cho biết $R_1 = R_2 = 2\Omega$; $R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = 4\Omega$; điện trở các ampe kế không đáng kể.


C
A₁
D
A₂
E
A₃
R₄
R₅
R₆
A
B
R₁
F
R₂
H
R₃

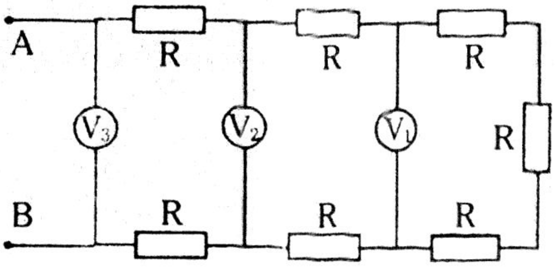
a. Tính R_{AB}.

b. Cho $U_{AB} = 12V$. Tìm cường độ dòng điện chạy qua các điện trở và số chỉ của các ampe kế.

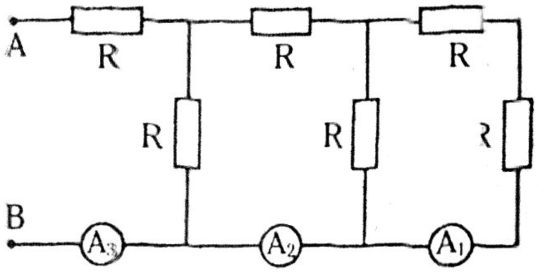
ĐS: a. $R_{AB} = 2\Omega$

b. $I_1 = 3A$; $I_2 = 1,5A$; $I_3 = I_6 = 0,75A$; $I_4 = 3A$;
$I_5 = 1,5A$; $I_{a_1} = 3A$; $I_{a_2} = 4,5A$; $I_{a_3} = 5,25A$

Bài 19: Cho mạch điện như hình vẽ. Các điện trở như nhau và bằng R, vôn kế có điện trở R_v, ampe kế có điện trở R_a.


A
R
R
R
V₃
V₂
V₁
R
B
R
R
R

(h.a)


A
R
R
R
R
R
R
B
A₃
A₂
A₁

(h.b)

a. Trong (h.a) số chỉ của vôn kế V_1 là 6V, V_2 là 22V. Tìm số chỉ của vôn kế V_3.

b. Trong (h.b) số chỉ của ampe kế A_1 là 0,2A, A_2 là 0,8A. Tìm số chỉ của ampe kế A_3.

ĐS: *a.* $U_3 = 82V$ *b.* $I_{A3} = 3A$

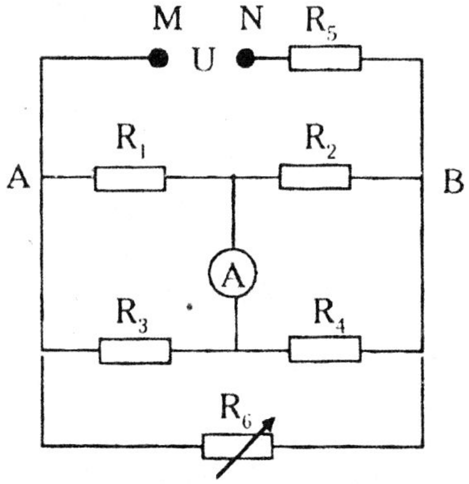
Bài 20: Cho đoạn mạch sau:

$U_{MN} = 7V$; $R_1 = R_4 = R_5 = 10\Omega$

$R_2 = R_3 = 30\Omega$

a. $R_6 = 15\Omega$. Ampe kế có điện trở rất nhỏ, tìm số chỉ ampe kế.

b. Thay ampe kế bằng vôn kế có điện trở rất lớn, vôn kế chỉ 2V. Tìm U_{AB} và R_6.



ĐS: *a.* $I_a = 0,1A$

b. $U_{AB} = 4V$; $R_6 = 40\Omega$

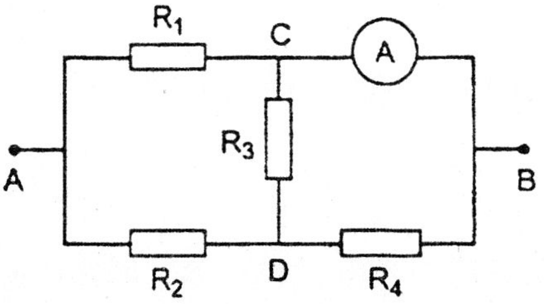
Bài 21: Cho mạch điện như hình vẽ.

Cho biết $R_1 = 15\Omega$;

$R_2 = R_3 = R_4 = 10\Omega$

Điện trở của ampe kế và của các dây nối không đáng kể.

a. Tìm R_{AB}



b. Biết ampe kế chỉ 3A. Tính U_{AB} và cường độ dòng điện qua các điện trở.

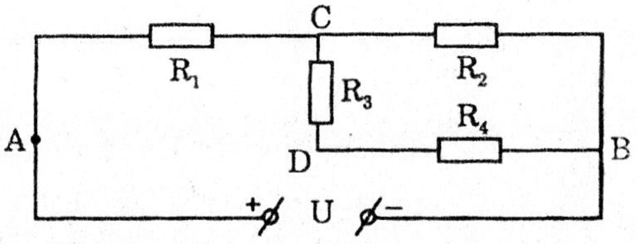
ĐS: *a.* $R_{AB} = 7,5\Omega$

b. $U_{AB} = 30V$; $I_1 = I_2 = 2A$; $I_3 = I_4 = 1A$

Bài 22: Có mạch như hình vẽ:

$R_1 = R_3 = R_4 = 4\Omega$;

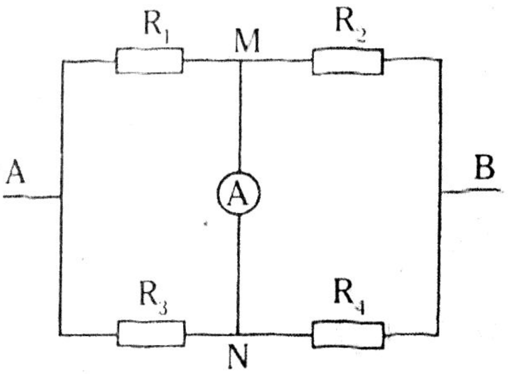
$R_2 = 2\Omega$; $U = 6V$



1. Khi nối giữa A và D một vôn kế thì vôn kế chỉ bao nhiêu? Biết điện trở vôn kế rất lớn.
2. Khi nối giữa A và D một ampe kế thì ampe kế chỉ bao nhiêu? Biết điện trở của ampe kế rất nhỏ. Tính điện trở tương đương của mạch trong trường hợp này.

ĐS: *a.* $U_{AD} = 5,14V$ *2.* $I_a = 2,25A$; $R = 2\Omega$

Bài 23: Cho mạch điện như hình vẽ.



a. Khi $R_1 = R_2 = 1\Omega$, $R_3 = 3\Omega$ và ampe kế chỉ 0. Tính điện trở R_4 và dòng điện qua các điện trở. Cho $U_{AB} = 12V$.

b. Khi $R_1 = R_3 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $U_{AB} = 5V$. Tìm dòng điện qua các điện trở và số chỉ của ampe kế.

c. Khi $R_1 = R_2 = 1\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 4\Omega$; ampe kế chỉ 1A. Tìm dòng điện qua các điện trở và U_{AB}.

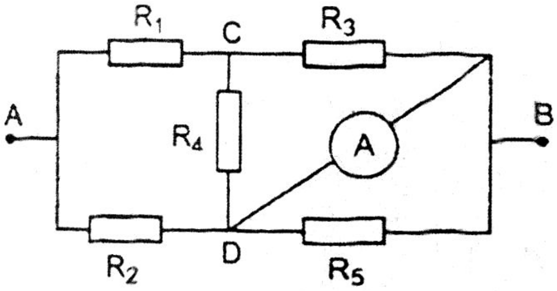
ĐS: a. $R_1 = 3\Omega$; $I_1 = I_2 = 6A$; $I_3 = I_4 = 2A$

b. $I_1 = I_3 = \frac{5}{6}A$; $I_2 = \frac{10}{9}A$; $I_4 = \frac{5}{9}A$; $I_A = \frac{5}{18}A$

(dòng điện chạy từ N đến M)

c. $I_1 = 15A$; $I_2 = 16A$; $I_3 = 5A$; $I_4 = 4A$; $U_{AB} = 31V$

Bài 24: Cho mạch điện như hình vẽ.



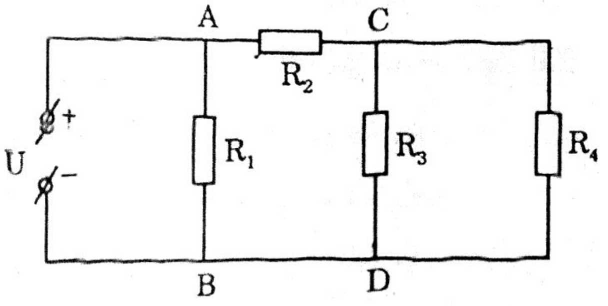
Cho biết $U_{AB} = 30V$; $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10\Omega$.

Điện trở của ampe kế không đáng kể.

Tìm R_{AB}, số chỉ của ampe kế và dòng điện qua các điện trở.

ĐS: $R_{AB} = 6\Omega$; $I_1 = 2A$; $I_2 = 3A$; $I_3 = I_4 = 1A$; $I_a = 4A$

Bài 25: Có mạch điện như hình vẽ:



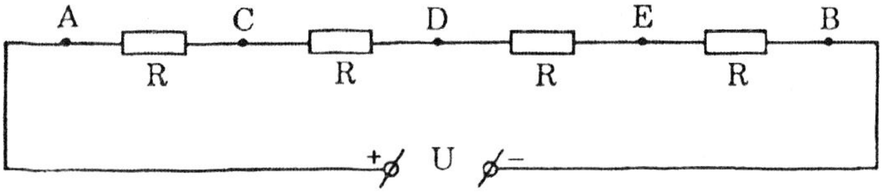
$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10\Omega$; $U = 12V$

1. Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở và cường độ dòng điện mạch chính.
2. Nối hai điểm C, B bằng một vôn kế (có điện trở rất lớn) thì vôn kế chỉ bao nhiêu?
3. Nối hai điểm C, B bằng một ampe kế (có điện trở rất nhỏ) thì ampe kế chỉ bao nhiêu?

ĐS: 1. $I_1 = 1,2A$; $I_2 = 0,8A$; $I_3 = I_4 = 0,4A$; $I = 2A$

2. $U_{CB} = 4V$ 3. $I_a = 1,2A$

Bài 26: Cho mạch điện như hình vẽ: 4 điện trở giống nhau.

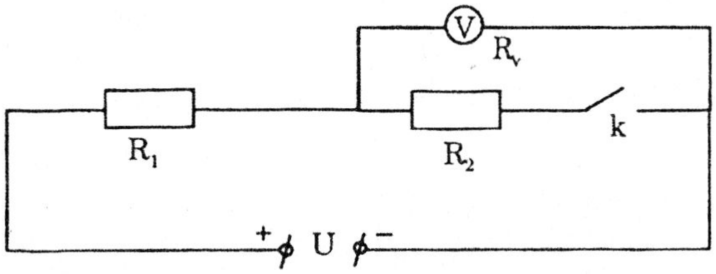


Hiệu điện thế giữa A và B luôn không đổi và là U = 120V. Mắc một vôn kế V (có điện trở R_v) vào hai điểm A, E thì vôn kế chỉ 60V. Tìm số chỉ của vôn kế khi mắc vôn kế vào hai điểm:

1. A, D **2.** A, C

ĐS: *1.* $U_{AD} = 36V$ *2.* $U_{AC} = 20V$

Bài 27: Có mạch điện như hình vẽ:



$R_1 = 600\Omega$;

$R_2 = 500\Omega$

Vôn kế có điện trở $R_v = 2000\Omega$; khóa k có điện trở không đáng kể, U = 100V. Tìm số chỉ của vôn kế khi:

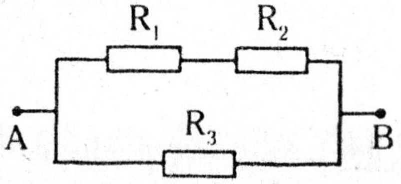
1. k mở **2.** k đóng

ĐS: *1.* $U_v \approx 77V$ *2.* $U_v = 40V$

Bài 28: Có ba điện trở giống nhau và bằng r. Hỏi có bao nhiêu cách mắc điện trở này với nhau? Tính điện trở tương đương trong các trường hợp.

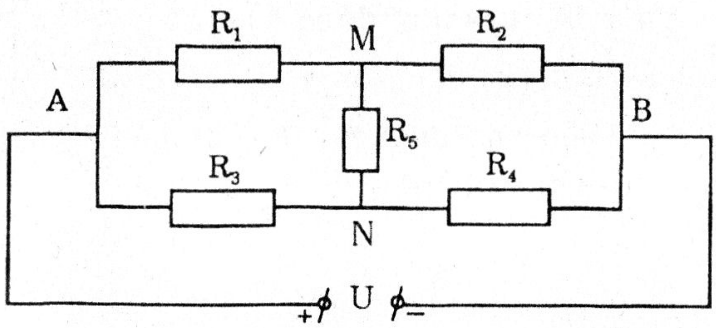
ĐS: 4 cách: $3r; \frac{r}{3}; \frac{2r}{3}; \frac{3r}{2}$

Bài 29: Ba điện trở R_1, R_2, R_3 được mắc với nhau theo sơ đồ như hình vẽ. Khi đổi chỗ các điện trở với nhau, người ta lần lượt thu được các giá trị điện trở R_{AB} của mạch là 2,5Ω; 4Ω và 4,5Ω. Tìm R_1, R_2 và R_3.



ĐS: $R_1 = 9\Omega$; $R_2 = 6\Omega$; $R_3 = 3\Omega$

Bài 30: Cho mạch điện như hình vẽ.



$R_1 = R_5 = R_3 = 3\Omega$;

$R_2 = 2\Omega$; $R_4 = 5\Omega$;

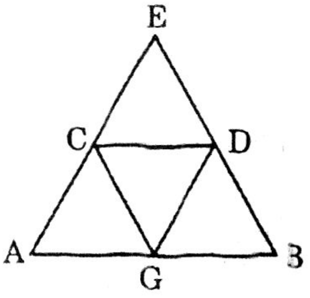
U = 3V.

Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở.

ĐS: $I_1 = \frac{5}{9}A$; $I_2 = \frac{2}{3}A$; $I_3 = \frac{4}{9}A$; $I_4 = \frac{1}{3}A$;

$I_5 = \frac{1}{9}A$ *đi từ N đến M*

Bài 31: Cho mạch điện như hình vẽ, mỗi cạnh hình tam giác nhỏ đều có điện trở là r. Tính điện trở tương đương của mạch khi cho dòng điện qua mạch.

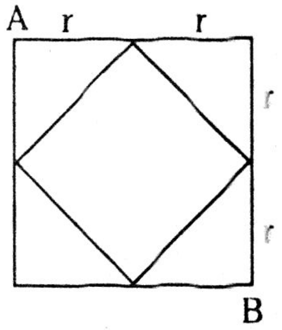


1. Vào nút A và ra nút B.

2. Vào nút C và ra nút D.

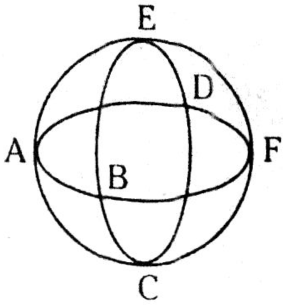
ĐS: 1. $R_{AB} = \frac{10r}{9}$ 2. $R_{CD} = \frac{4r}{9}$

Bài 32: Khung dây đồng chất có điện trở một cạnh là 2r; bên trong có khung dây cùng loại như hình vẽ. Tính R_{AB}.



ĐS: $R_{AB} = r\sqrt{2}$

Bài 33: Các vòng dây bán kính r làm bằng dây đồng có đường kính dây là d, điện trở suất ρ. Tính điện trở mạch khi nối điện vào hai điểm:



a. A và F **b.** A và C

ĐS: a. $R_{AF} = \frac{\rho r}{d^2}$

b. $R_{AC} = \frac{5\rho r}{6d^2}$

Bài 34: Cho mạch điện như hình vẽ. Tính điện trở R_{AB} khi

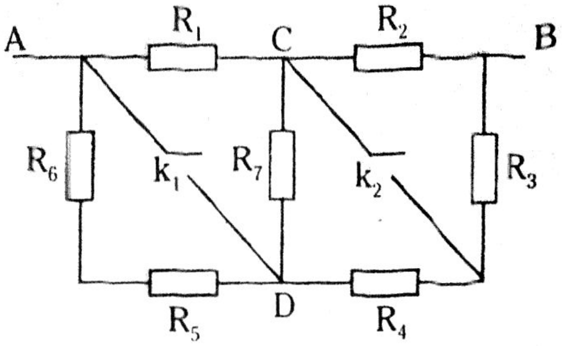
a. k_1 đóng, k_2 mở

b. k_1 mở, k_2 đóng

c. k_1, k_2 cùng đóng

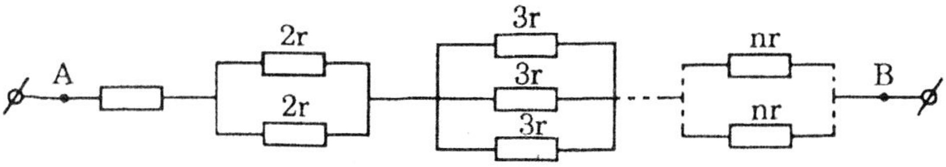
d. k_1, k_2 cùng mở

(Cho các điện trở đều bằng nhau và bằng R)



ĐS: a. $\frac{6}{7}R$ b. $\frac{17}{14}R$ c. $\frac{5}{6}R$ d. $\frac{4}{3}R$

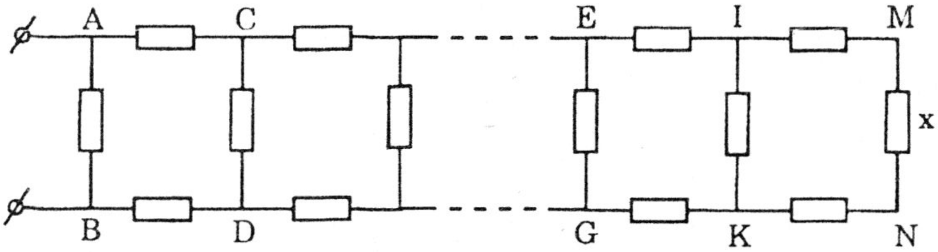
Bài 35 Có mạch điện sau:



Tính từ A đến B thì cụm thứ i sẽ có i điện trở mắc song song và mỗi điện trở có giá trị là ir. Tính điện trở tương đương của mạch.

ĐS: $R = n.r$

Bài 36 Có mạch điện như hình vẽ. Điện trở giữa M và N là x, còn các điện trở khác là r đã biết. Hỏi x bằng bao nhiêu để:

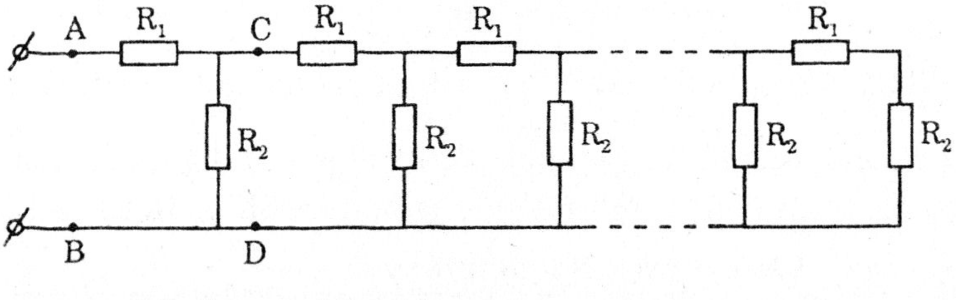


a. Điện trở tương đương của đoạn mạch AB cũng là x.

b. Điện trở tương đương của đoạn mạch AB không phụ thuộc số ô điện trở.

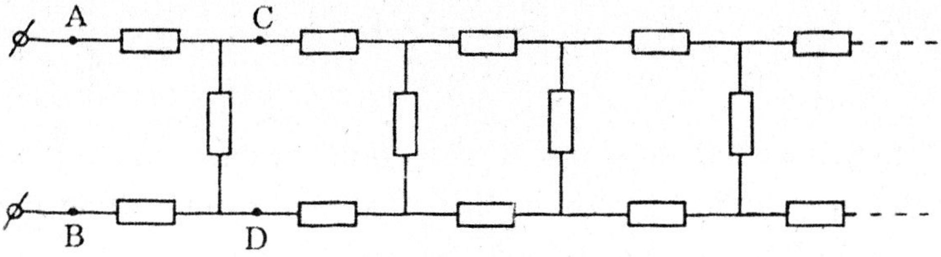
ĐS: a. $x = r(\sqrt{3} - 1)$ b. $x = r(\sqrt{3} - 1)$

Bài 37 Cho mạch điện dài vô hạn như sau. Tính điện trở tương đương của mạch. Biết $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 3\Omega$.



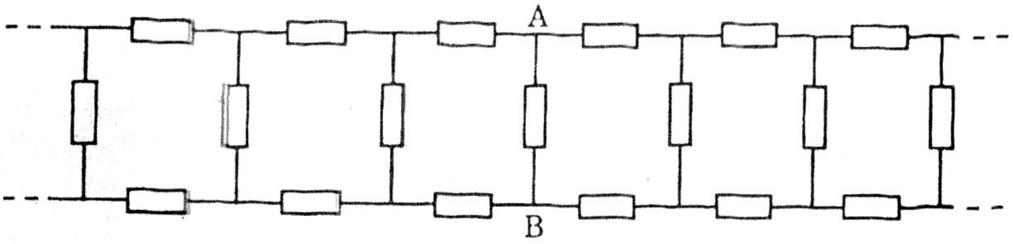
ĐS: $R_{AB} = 6\Omega$

Bài 38 Cho mạch điện dài vô hạn như sau. Tính điện trở tương đương của mạch. Biết mỗi điện trở trong mạch có giá trị r.



ĐS: $R = r(\sqrt{3} + 1)$

Bài 39: Cho mạch điện dài vô hạn khi kéo ra vô cùng về hai phía của AB. Tính điện trở tương đương của đoạn mạch AB. Biết mỗi điện trở trong mạch có giá trị là r.



ĐS: $R = \dfrac{r\sqrt{3}}{3}$

Bài 40: Cho mạch điện có 5 nút, giữa hai nút có một điện trở là r. Cho dòng điện vào một nút và ra một nút khác bất kì. Tính điện trở tương đương của mạch. Áp dụng cho mạch có n nút.

ĐS: $R_5 = \dfrac{2r}{5}$; $R_n = \dfrac{2r}{n}$

Bài 41: Có hai loại điện trở 2Ω và 5Ω. Hỏi phải dùng mỗi loại bao nhiêu để ghép chúng nối tiếp nhau ta có điện trở tương đương của mạch là 30Ω.

ĐS: Có các phương án sau:

Loại 2Ω	15	10	5	0
Loại 5Ω	0	2	4	6

Bài 42: Có ba loại điện trở 5Ω, 3Ω, $\frac{1}{3}$Ω, tổng ba loại điện trở này là 100 chiếc. Hỏi phải dùng mỗi loại bao nhiêu chiếc để khi ghép chúng nối tiếp nhau ta có điện trở tương đương của mạch là 100Ω.

ĐS: Có các phương án sau:

Loại 5Ω	0	4	8	12
Loại 3Ω	25	18	11	4
Loại $\frac{1}{3}$Ω	75	78	81	84

Bài 43: Một điện kế có điện trở 20Ω đo được dòng điện lớn nhất là 1mA. Muốn biến điện kế này thành ampe kế đo được dòng điện lớn nhất là 1A thì phải mắc thêm một sơn có điện trở là bao nhiêu?

ĐS: $R_s \approx 0{,}022\Omega$

Bài 44: Một điện kế có điện trở 20Ω có 100 độ chia.

1. Điện kế này chịu được dòng điện lớn nhất là 6mA. Hỏi mỗi độ chia có giá trị là bao nhiêu?
2. Mắc một sơn 1Ω để biến điện kế này thành ampe kế. Hỏi ampe kế này đo được dòng điện lớn nhất là bao nhiêu? Độ nhạy của điện kế thay đổi ra sao? Giá trị mỗi độ chia tương ứng có giá trị là bao nhiêu?
3. Muốn đo dòng điện lớn nhất là 1A thì phải làm thế nào? (Giải bài toán khi chưa có sơn 1Ω và khi đã có sơn 1Ω ở câu 2).

ĐS: *1.* $I_{g_o} = 0{,}06mA$

2. I = 126mA; giảm 21 lần; $I_{g_o} = 1{,}26mA$

3. • *Khi chưa có sơn:* $R_{s_1} \approx 0{,}12\Omega$

• *Khi đã có sơn* $R_s = 1\Omega$ *thì* $R_{s_2} \approx 0{,}13\Omega$

Bài 45: Có một điện kế G mà khi mắc điện trở sơn R_{s_1} (dùng làm ampe kế) thì giới hạn đo tăng thêm N_1 lần, còn mắc R_{s_2} thì tăng thêm N_2 lần. Hỏi giới hạn đo sẽ tăng thêm bao nhiêu lần khi mắc:

1. R_{s_1} nối tiếp R_{s_2}.
2. R_{s_1} song song R_{s_2}.

ĐS: *1.* $N_{12} = \dfrac{N_1 . N_2 - 1}{N_1 + N_2 - 2}$ *2.* $N'_{12} = N_1 + N_2 - 1$

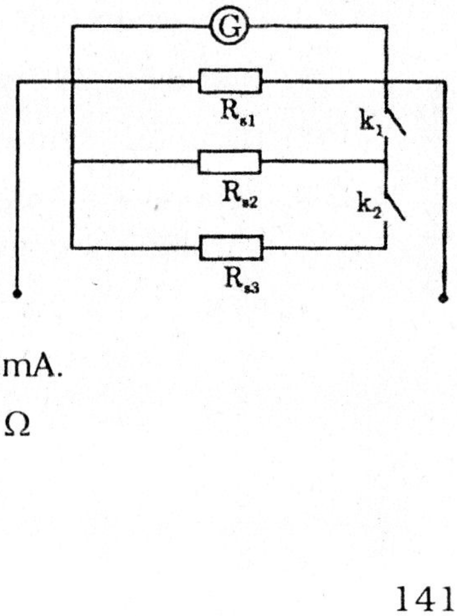
Bài 46: Có một điện kế G mà khi mắc điện trở phụ R_1 (dùng làm vôn kế) thì giới hạn đo tăng N_1 lần, còn mắc R_2 thì tăng thêm N_2 lần.

Hỏi giới hạn đo sẽ tăng lên bao nhiêu lần khi mắc:

1. R_1 nối tiếp R_2.
2. R_1 song song R_2.

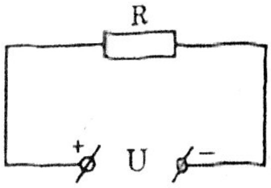
ĐS: 1. $N_{12} = N_1 + N_2 - 1$ *2.* $N'_{12} = \dfrac{N_1 N_2 - 1}{N_1 + N_2 - 2}$

Bài 47: Một ampe kế cấu tạo như hình vẽ. Hai khóa k_1, k_2 có điện trở không đáng kể. Điện kế G có điện trở $R_x = 20\Omega$ và chịu được dòng điện lớn nhất 2mA. Tính các điện trở R_{s_1}, R_{s_2}, R_{s_3}. Biết khi k_1, k_2 đều mở thì giới hạn đo là 22mA; khi k_1 đóng, k_2 mở thì giới hạn đo là 42mA; khi k_1, k_2 đều đóng thì giới hạn đo là 82mA.



ĐS: $R_{s_1} = 2\Omega$; $R_{s_2} = 2\Omega$; $R_{s_3} = 1\Omega$

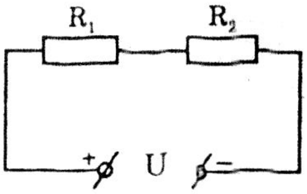
Bài 48: Cho mạch điện như hình vẽ. Để đo cường độ dòng điện qua $R = 20\Omega$ với sai số tương đối không quá 4% thì phải dùng ampe kế có điện trở là bao nhiêu?



ĐS: $R_a \leq 0{,}833\Omega$

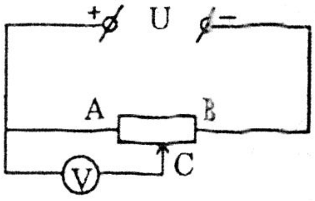
Bài 49: Cho mạch điện như hình vẽ. Để đo hiệu điện thế hai đầu R_1 với sai số tương đối không quá 5% thì phải dùng ampe kế có điện trở là bao nhiêu?

Áp dụng số cho $R_1 = 200\Omega$ và $R_2 = 1000\Omega$



ĐS: $R_v \geq 3166{,}67\Omega$

Bài 50: Có một mạch phân thế như hình vẽ, ta có $R_{AB} = R_o$, $R_{AC} = x$, vôn kế có điện trở R_v. Hiệu điện thế hai đầu mạch là U. Tính số chỉ của vôn kế.

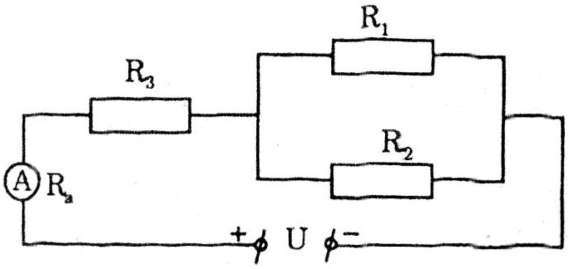


$$ĐS:\ U_{Vx} = \frac{U \cdot x \cdot R_v}{R_oR_v + xR_o - x^2}$$

Bài 51: Cho mạch điện như hình vẽ:

$U = 12V$; $R_1 = 24\Omega$;

$R_3 = 3{,}8\Omega$; ampe kế A có điện trở $R_a = 0{,}2\Omega$ và chỉ 1A. Tính:



1. Điện trở R_2.
2. Nhiệt lượng tỏa ra trên R_1 trong thời gian 5 phút.
3. Công suất của điện trở R_2.

ĐS: 1. $R_2 = 12\Omega$ 2. $Q = 800J$ 3. $P_2 \approx 5{,}33W$

Bài 52: Một bếp điện mắc vào mạch điện có hiệu điện thế 110V thì cường độ dòng điện qua bếp là 4A.

1. Tính điện trở của bếp.
2. Tính công suất của bếp và nhiệt lượng bếp tỏa ra trong 30 phút.
3. Nếu cắt ngắn dây điện trở đi một nửa và vẫn mắc vào hiệu điện thế trên thì công suất của bếp so với lúc chưa cắt ra sao?
4. Nếu cắt đôi dây điện rồi chập lại ở hai đầu (mắc song song) và vẫn mắc vào hiệu điện thế trên, công suất bếp lúc này ra sao?

ĐS: 1. $R = 27{,}5\Omega$ 2. $Q = 792kJ$

3. $P_1 = 880W$ 4. $P_2 = 1760W$

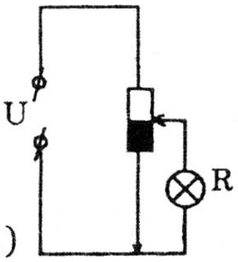
Bài 53: Đèn Đ: 120V - 100W được mắc với mạng điện có hiệu thế không đổi U = 120V. Điện trở tổng cộng từ mạng điện đến nơi tiêu thụ là r_d = 6Ω.

1. Tìm cường độ dòng điện qua đèn; hiệu điện thế ở hai đầu đèn và công suất của đèn.
2. Nếu mắc thêm một bếp điện loại 120V - 1000W song song với đèn thì độ sáng của đèn bây giờ ra sao? Công suất đèn lúc này?

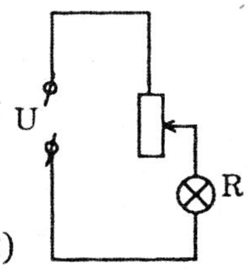
ĐS: 1. $I_d = 0,8A$; $U_d = 115,2V$; $P_d = 92,16W$

2. *Đèn mờ hơn;* $P'_d = 47W$

Bài 54: Để mắc đèn vào nguồn điện có hiệu điện thế lớn hơn giá trị ghi trên đèn, có thể dùng một trong hai sơ đồ sau. Biết cả hai trường hợp đèn đều sáng bình thường. Sơ đồ nào có hiệu suất lớn hơn.



(1)



(2)

ĐS: $\frac{H_1}{H_2} = \frac{x}{x + R_d} < 1$

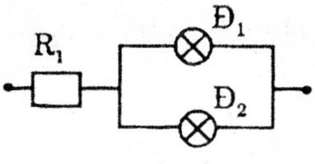
Bài 55: Có 4 đèn gồm: 1 đèn $Đ_1$ loại 120V - 40W; 1 đèn $Đ_2$ loại 120V - 60W; 2 đèn $Đ_3$ loại 120V - 50W.

1. Cần mắc chúng như thế nào vào mạng điện có hiệu điện thế 240V để chúng sáng bình thường? Vẽ sơ đồ mạch điện.
2. Nếu một đèn bị đứt dây tóc, độ sáng của đèn còn lại sẽ thay đổi ra sao?

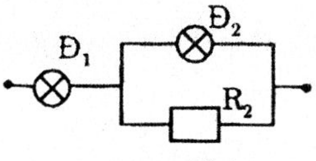
ĐS: 1. $(Đ_1 \,//\, Đ_2)$ *nt* $(Đ_3 \,//\, Đ_4)$

2. *Một đèn bị đứt, đèn mắc song song với nó sẽ quá sáng, các đèn còn lại mờ hơn.*

Bài 56: Có hai đèn loại $Đ_1$: 120V - 100W; $Đ_2$: 120V - 60W. Để sử dụng chúng vào mạng điện 240V sao cho chúng sáng bình thường, người ta mắc chúng theo hai sơ đồ sau:



(sơ đồ a)



(sơ đồ b)

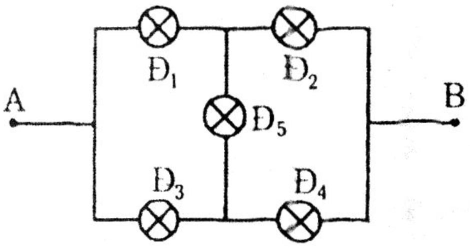
1. Tìm r_1 và r_2.

2. Hiệu suất sử dụng điện trong mỗi cách mắc trên.

ĐS: 1. $r_1 = 90\Omega$; $r_2 = 360\Omega$

2. $H_a = 50\%$; $H_b = 80\%$

Bài 57: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết Đ$_1$: 6V - 6W; Đ$_2$: 12V - 6W; Đ$_3$: 3V - 1,5W. Khi hiệu điện thế giữa A, B là U_o thì các đèn sáng bình thường. Tính công suất tiêu thụ của cả mạch biết tỉ số công suất định mức của hai đèn cuối là $\frac{5}{3}$.



ĐS: 31,5W

Bài 58: Mạch điện gồm hai loại đèn Đ$_1$: 6V - 3W; Đ$_2$ = 3V - 1W được mắc thành 5 dãy song song rồi mắc nối tiếp với điện trở R = 3Ω. Hiệu điện thế hai đầu mạch là 12V.

a. Xác định số lượng đèn đã sử dụng theo từng loại biết các đèn sáng bình thường.

b. Với số lượng trên, khi không có R thì ta có thể mắc các đèn như thế nào để sáng bình thường (U = 12V).

ĐS: *a. 2 đèn Đ$_1$; 6 đèn Đ$_2$*

b. + 3 cụm: 2 đèn Đ$_1$ song song + 3 đèn Đ$_2$ song song + 3 đèn Đ$_2$ song song

+ 2 cụm: 2 đèn Đ$_1$ song song + 3 dãy, mỗi dãy 2 đèn Đ$_2$ nối tiếp.

Bài 59: Bếp điện có ghi 220V - 800W được nối với hiệu điện thế 220V được dùng để đun sôi 2 lít nước từ 20°C. Biết hiệu suất sử dụng bếp là H = 80% và nhiệt dung riêng của nước c = 4200 J/kg.K.

1. Tìm thời gian đun sôi nước và điện năng tiêu thụ ra kWh.

2. Biết dây điện trở có đường kính d = 0,2mm, điện trở suất $\rho = 5.10^{-7}$ Ωm được quấn trên một lõi sứ cách điện hình trụ có đường kính D = 2cm. Tính số vòng dây của bếp điện trên.

ĐS: *1. t = 17min 30s; W = 0,23kWh   2. n = 60,5 vòng*

Bài 60: Một bàn là có ghi 120V - 1000W. Khi mắc bàn là vào mạng điện thì hiệu điện thế trên ổ cắm điện giảm từ U_1 = 125V xuống U_2 = 100V.

1. Xác định điện trở các dây nối (coi điện trở bàn là không thay đổi theo nhiệt độ).

2. Thực tế, điện trở của bàn là bị thay đổi theo nhiệt độ và công suất tiêu thụ thực tế của bàn là P' = 650W. Tính hiệu điện thế giữa hai đầu ổ cắm điện lúc này và điện trở R' của bàn là khi đó:

ĐS: 1. $r = 3\Omega$ 2. $U'_2 = 102V$; $R' = 16\Omega > R$

Bài 61: Khi mắc một bếp điện vào hiệu điện thế $U_1 = 120V$ thì nước trong ấm sẽ sôi sau thời gian $t_1 = 10$ phút. Nếu mắc bếp vào hiệu điện thế $U_2 = 110V$ thì thời gian cần thiết để đun sôi lượng nước trên là $t_2 = 15$ phút. Tính thời gian t_3 cần thiết để đun sôi ấm nước đó khi mắc vào hiệu điện thế $U_3 = 100V$. Lượng nước trong ấm và nhiệt độ ban đầu của nước trong các trường hợp là như nhau. Cho biết nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh tỉ lệ với thời gian đun nước.

$$ĐS: t_3 = \frac{(U_1^2 - U_2^2)t_1t_2}{U_3^2(t_2 - t_1) + U_1^2t_1 - U_2^2t_2} = 27min\ 36s$$

Bài 62: Một cầu chì có đường kính dây chì $d_1 = 0{,}5mm$ sẽ chảy ra khi dòng điện qua nó $I_1 \geqslant 5A$ trong một thời gian. Hỏi với dây chì có đường kính $d_2 = 1mm$ sẽ chịu được dòng điện lớn nhất là bao nhiêu? Coi nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh tỉ lệ thuận với diện tích xung quanh của dây chì. Bỏ qua sự mất nhiệt do tiếp xúc.

$$ĐS: I_2 = I_1\sqrt{\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^3} = 10\sqrt{2}A$$

Bài 63: Khi có dòng điện $I_1 = 1A$ đi qua một dây dẫn trong một khoảng thời gian thì dây đó nóng lên đến nhiệt độ $t_1 = 40°C$. Khi có dòng điện $I_2 = 2A$ đi qua, nó nóng lên đến nhiệt độ $t_2 = 100°C$. Hỏi khi dòng điện $I_3 = 4A$ đi qua thì nó nóng lên đến nhiệt độ t_3 là bao nhiêu? Coi nhiệt độ xung quanh và điện trở dây dẫn là không đổi. Biết nhiệt lượng tỏa ra môi trường xung quanh tỉ lệ thuận với độ chênh lệch nhiệt độ giữa dây dẫn và môi trường xung quanh.

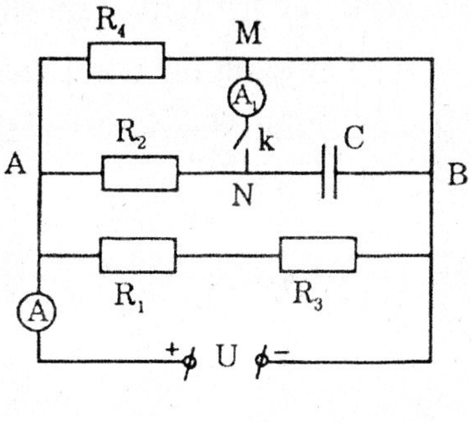
$$ĐS: t_3 = t_2 + \frac{I_3^2 - I_2^2}{I_2^2 - I_1^2}(t_2 - t_1) = 340^oC$$

Bài 64: Cho mạch điện như hình vẽ:

$U = 6V$; $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 6\Omega$

$R_3 = 4\Omega$; $R_4 = 3\Omega$; $C = 10\mu F$

Các ampe kế và khóa k có điện trở không đáng kể. Biết lúc đầu tụ chưa tích điện. Tìm điện tích trên tụ và số chỉ các ampe kế khi:

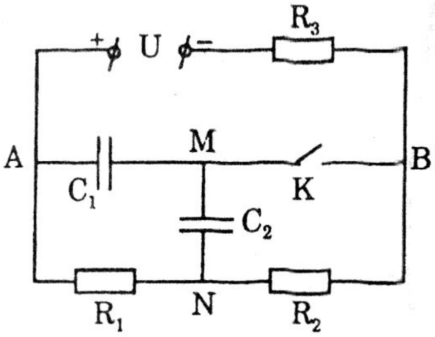


1. k mở **2.** k đóng

ĐS: 1. $I_{a_1} = 0; I_a = 1A; Q = 60\mu C$

2. $I_{a_1} = 1A; I_a = 4A; Q' = 0$

Bài 65: Có mạch điện như hình vẽ:



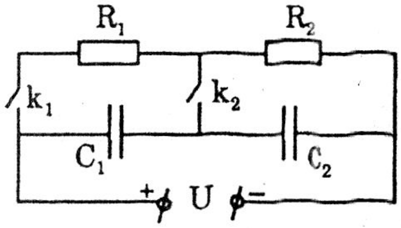
$U = 12V$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_k \approx 0$, $C_1 = 10\mu F$, $C_2 = 15\mu F$.

Biết lúc đầu các tụ chưa tích điện và k mở. Tính điện tích trên các tụ khi:

1. k mở **2.** k đóng

ĐS: 1. $Q_1 = Q_2 = 12\mu C$ 2. $Q'_1 = 60\mu C; Q'_2 = 60\mu C$

Bài 66: Cho mạch điện như hình vẽ:



$R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 12\Omega$, $U = 9V$;

$C_1 = 12\mu F$; $C_2 = 24\mu F$.

Các khóa k có điện trở không đáng kể.

Tính điện tích và hiệu điện thế trên các tụ trong các trường hợp:

1. k_1 và k_2 đều đóng. **2.** k_1 đóng, k_2 mở.

3. k_1 mở, k_2 đóng.

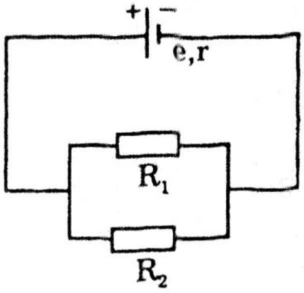
Biết trước khi có các trường hợp xảy ra thì các tụ chưa tích đện.

ĐS: 1. $U_1 = 3V; U_2 = 6V; Q_1 = 36\mu C; Q_2 = 144\mu C$

2. $Q_1 = Q_2 = 72\mu C; U_1 = 6V; U_2 = 3V$

3. $U_1 = 9V; U_2 = 0; Q_1 = 108\mu C; Q_2 = 0$

Bài 67: Cho mạch điện như hình vẽ.



$e = 1,5V$; $r = \frac{1}{3}\Omega$;

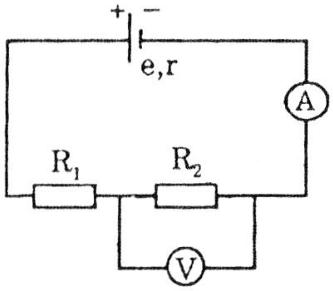
$R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 8\Omega$. Tính:

1. Cường độ dòng điện qua mỗi điện trở.

2. Hiệu điện thế giữa hai cực nguồn điện.

ĐS: 1. $I_1 = \frac{1}{5}A; I_2 = \frac{1}{6}A$ 2. $U = \frac{4}{3}V$

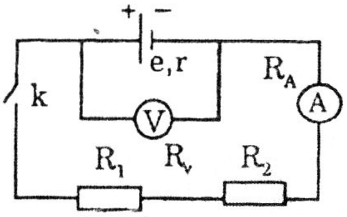
Bài 68: Cho mạch điện như hình vẽ.



$e = 3V$; $R_1 = 5\Omega$. Ampe kế có $R_a \approx 0$, vôn kế V chỉ 1,2V, ampe kế A chỉ 0,3A. Tính điện trở trong r của nguồn.

ĐS: $r = 1\Omega$

Bài 69: Cho mạch điện như hình vẽ.



$R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 5{,}5\Omega$

vôn kế V có điện trở R_v rất lớn, ampe kế A và k có điện trở rất nhỏ.

- Khi k mở, vôn kế V chỉ 6V.
- Khi k đóng, vôn kế V chỉ 5,75V và A chỉ 0,5A.

Tính suất điện động e và điện trở trong r của nguồn.

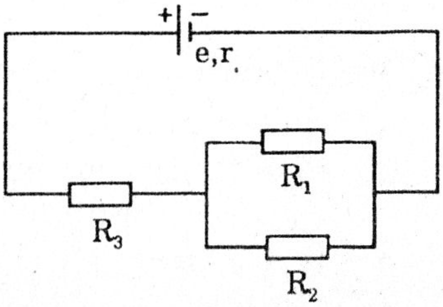
ĐS: $e = 6V$; $r = 0{,}5\Omega$

Bài 70: Một nguồn điện có suất điện động $e = 1{,}5V$; điện trở $r = 0{,}1\Omega$. Mắc giữa hai cực nguồn điện trở R_1 và R_2. Khi R_1 nối tiếp R_2 thì cường độ dòng điện qua mỗi điện trở là 1,5A. Khi R_1 song song R_2 thì cường độ dòng điện tổng cộng qua R_1 và R_2 là 5A. Tính R_1 và R_2.

ĐS: $R_1 = 0{,}6\Omega$; $R_2 = 0{,}3\Omega$

hoặc $R_1 = 0{,}3\Omega$; $R_2 = 0{,}6\Omega$

Bài 71: Có mạch điện như hình vẽ.



$e = 6V$; $r = 1\Omega$,

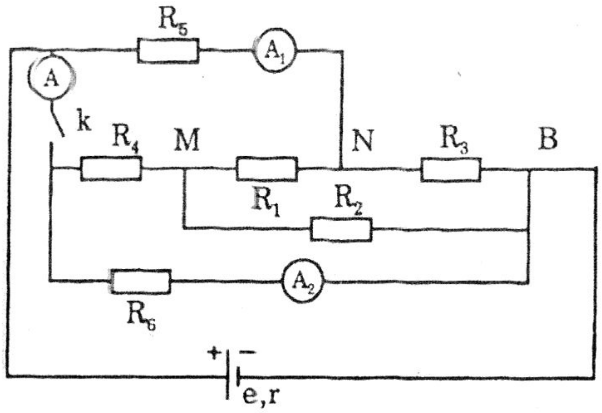
$R_1 = 20\Omega$; $R_2 = 30\Omega$, $R_3 = 5\Omega$

Tính cường độ dòng điện qua mỗi điện trở và hiệu điện thế hai đầu mạch ngoài.

ĐS: $I_3 = \frac{1}{3}A$; $I_2 = \frac{2}{15}A$;

$I_1 = 0{,}2A$; $U = \frac{17}{3}V$

Bài 72: Cho mạch điện như hình vẽ.



$e = 9V$; $r = 1\Omega$; $R_1 = 5,6\Omega$; $R_3 = 8\Omega$; $R_4 = 2\Omega$

$R_2 = R_5 = R_6 = 4\Omega$

Các ampe kế và khóa k có điện trở không đáng kể. Tìm chỉ số các ampe kế khi:

1. k mở **2.** k đóng

ĐS: *1.* $I_{a1} = 1A$; $I_{a2} = 0,2A$; $I_{a3} = 0$

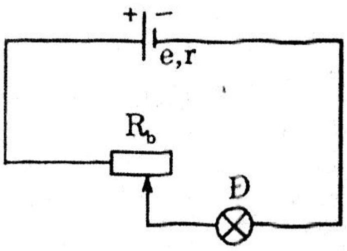
2. $I_{a1} = 0,45A$; $I_{a2} = 1,35A$; $I_{a3} = 3,15A$

Bài 73: Cho mạch điện như hình vẽ:

$e = 9V$; $r = 1\Omega$; Đ: 6V - 3W

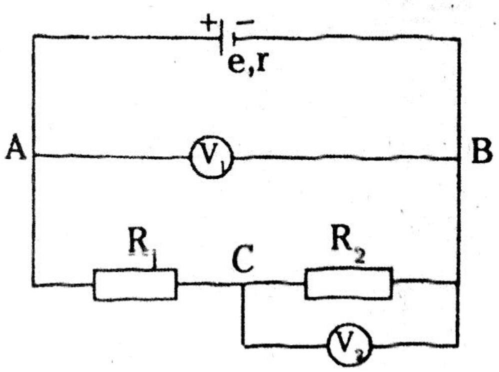
Tính giá trị của biến trở R_b tham gia vào mạch để đèn sáng bình thường.

ĐS: $R_b = 5\Omega$



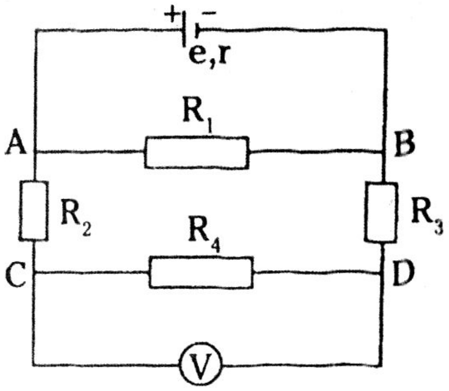
Bài 74: Nguồn có suất điện động e, điện trở trong $r = R_o$. Các điện trở $R_1 = R_2 = R_o$. Hai vôn kế giống nhau có điện trở là R_2. Vôn kế V_1 chỉ 10V V_2 chỉ 4V. Tính e.

ĐS: $e = 21V$

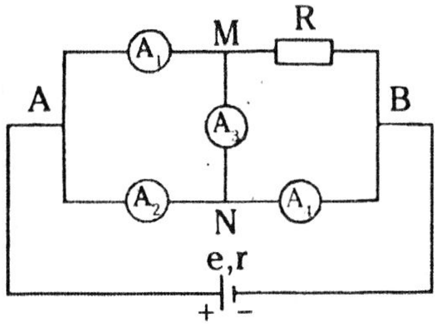


Bài 75: Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có suất điện động $e = 20V$, điện trở trong $r = \frac{R_o}{4}$. Các điện trở $R_1 = R_2 = R_3 = R_o$. Vôn kế V chỉ 5V. Tính hiệu điện thế hai đầu nguồn. Biết vôn kế có điện trở là R_v.

ĐS: $U_{AB} = 15V$



Bài 76: Cho mạch điện như hình vẽ.



Nguồn có suất điện động e, điện trở trong r. Các ampe kế giống nhau và mỗi ampe kế có điện trở là R_a. Ampe kế A_1, chỉ 1,5A A_2 chỉ 2A.

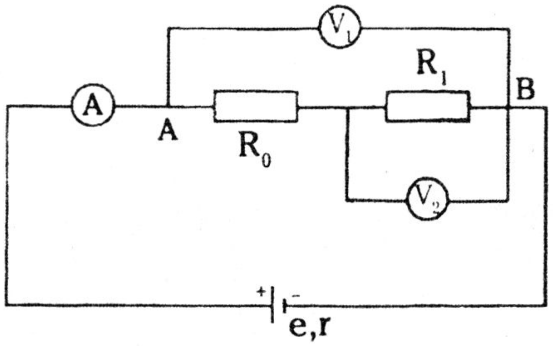
1. Tìm số chỉ của A_3, A_4 và cường độ dòng điện qua R.

2. Cho R = 1,5Ω. Tính R_a.

ĐS: 1. $I_{a3} = 0{,}5A$; $I_{a4} = 2{,}5A$; $I_R = 1A$

2. $R_a = 0{,}5\Omega$

Bài 77: Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có suất điện động e, điện trở trong r = 1,8Ω. Hai vôn kế giống nhau và mỗi vôn kế có điện trở là R_v.

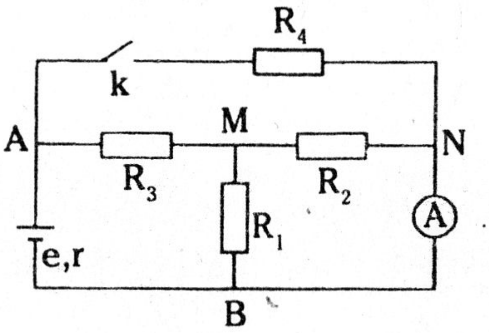


Biết V_1 chỉ 7V, V_2 chỉ 3V; R_o = 300Ω; $R_a \approx 0$. Tính:

1. R_v **2.** Số chỉ của A. **3.** e

ĐS: 1. $R_v = 900\Omega$ 2. $I = \frac{19}{900}A$ 3. $e = 7{,}038V$

Bài 78: Cho mạch điện như hình. Biết:



e = 12V, r = 2Ω; R_1 = 3Ω;

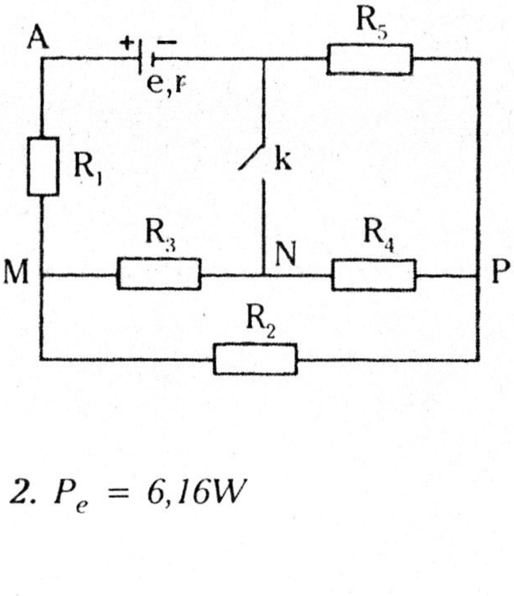
R_2 = 6Ω; R_3 = 4Ω; R_4 = 12Ω;

$R_A = 0$. Tìm số chỉ ampe kế khi k mở và đóng.

ĐS: k mở: $I_a = 0{,}5A$

k đóng: $I_a = \frac{10}{9}A$

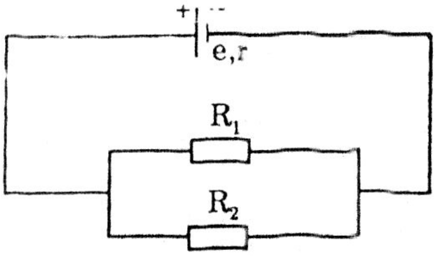
Bài 79: Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có e = 4V, r = 1Ω. Các điện trở $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 1\Omega$. Khóa k có $R_K \approx 0$. Tính công suất của nguồn khi:



1. k mở **2.** k đóng

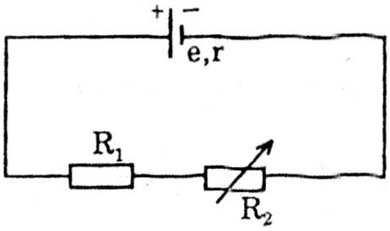
ĐS: 1. $P_e = \frac{48}{11}W$ 2. $P_e = 6{,}16W$

Bài 80: Cho mạch điện như hình vẽ: $e = 12V$; $r = 3\Omega$; $R_1 = 12\Omega$. Hỏi R_2 bằng bao nhiêu để công suất mạch ngoài là lớn nhất? Tính công suất này.



ĐS: $R_2 = 4\Omega$; $P_{max} = 12W$

Bài 81: Cho mạch điện như hình vẽ: $e = 24V$; $r = 6\Omega$; $R_1 = 4\Omega$. R_2 là biến trở. Hỏi R_2 bằng bao nhiêu để công suất:



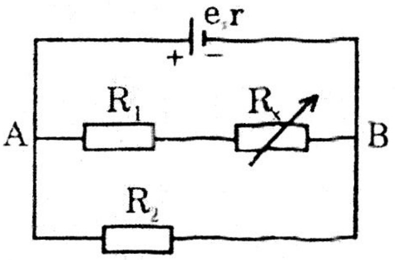
1. Mạch ngoài lớn nhất. Tính công suất nguồn trong trường hợp này.

2. Trên R_2 lớn nhất. Tính công suất này.

ĐS: 1. $R_2 = 2\Omega$; $P_e = 48W$

2. $R_2 = 10\Omega$; $P_{2max} = 14,4W$

Bài 82: Cho mạch điện như hình. Biết:



$e = 12V$; $r = 1\Omega$;

$R_1 = 1\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; R_x là biến trở.

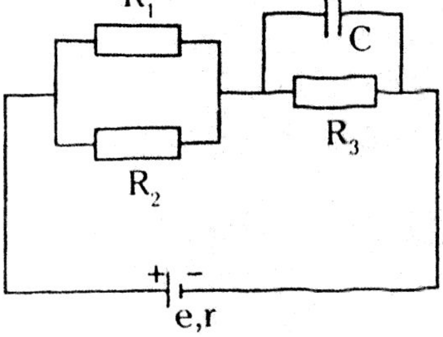
1. Khi R_x ở giá trị 5Ω. Tìm công suất của R_x.

2. Định R_x để công suất tiêu thụ trên R_x lớn nhất. Tính công suất này và công suất nguồn điện.

ĐS: 1. $P_x = 7,2W$

2. $R_x = \frac{5}{3}\Omega$, $P_x = 9,6W$, $P_e = 67,2W$

Bài 83: Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có suất điện động e, điện trở trong $r = 1\Omega$. Các điện trở $R_1 = 15\Omega$; $R_2 = 10\Omega$; $R_3 = 5\Omega$. Tụ có điện dung $C = 10\mu F$ và điện tích trên tụ là $q = 10\mu C$. Tính:

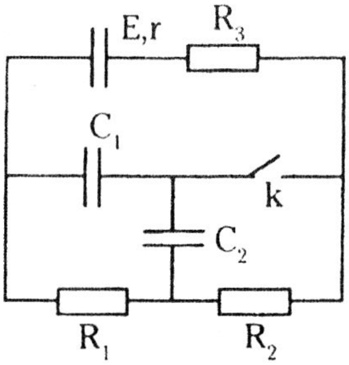


1. Suất điện động e.

2. Công suất tiêu thụ trên R_2.

ĐS: 1. $e = 12V$ 2. $P_2 = 3,6W$

Bài 84: Cho mạch điện như hình.



Biết E = 6V; r = 0,5Ω; R_1 = 3Ω; R_2 = 2Ω; R_3 = 0,5Ω; C_1 = C_2 = 0,2μF. Trước khi mắc vào mạch, các tụ chưa tích điện. Hãy tính điện tích trên các bản tụ khi:

a. Khóa k mở.

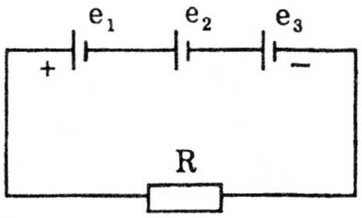
b. Khóa k mở, sau đó đóng lại. Tính số electron chuyển qua khóa k và cho biết chiều di chuyển.

ĐS: *a.* $q_1 = q_2 = 0{,}3\mu C$

b. $q_1 = 1\mu C$; $q_2 = 0{,}4\mu C$; $|\Delta q| = 1{,}4\mu C$;

electron di chuyển qua k từ trái sang phải

Bài 85: Cho mạch điện như hình vẽ.



e_1 = 2V; e_2 = 4V; e_3 = 3V;

$r_1 = r_2 = r_3$ = 0,1Ω; R = 8,7Ω.

Tính cường độ dòng điện qua mạch, công suất mạch ngoài, công suất của bộ nguồn và hiệu suất mạch.

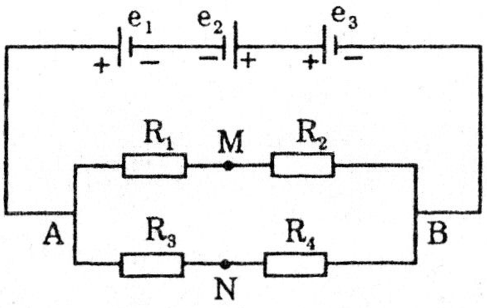
ĐS: I = 1A; P = 8,7W; P_e = 9W; H ≈ 96%

Bài 86: $e_1 = e_3$ = 6V; e_2 = 3V

$r_1 = r_2 = r_3$ = 1Ω

$R_1 = R_2 = R_3$ = 5Ω

R_4 = 10Ω



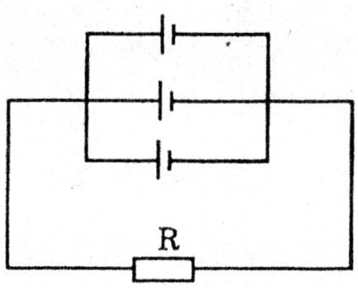
Tính:

1. Suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn.

2. Hiệu điện thế giữa N và M.

ĐS: *1.* $E_b = 9V$; $r_b = 3\Omega$ *2.* $U_{NM} = 1V$

Bài 87: Có mạch điện như hình vẽ.



- 3 pin giống nhau, mỗi pin có e = 6V; r = 0,3Ω
- Điện trở R = 5,9Ω

Tính:

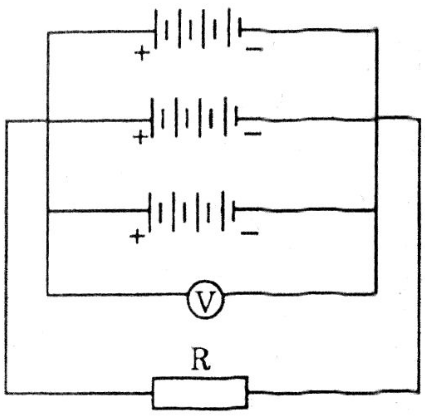
1. Hiệu điện thế hai đầu bộ nguồn.

2. Cường độ dòng điện qua 1 pin.

3. Công suất của bộ nguồn và công suất 1 pin.

ĐS: 1. $U = 5,9V$ 2. $I_o = \frac{1}{3}A$ 3. $P_e = 6W$; $P_o = 2W$

Bài 88: Có 12 nguồn giống nhau, 1 nguồn có suất điện động e, điện trở trong r = 1,5Ω. Vôn kế có điện trở rất lớn và chỉ 7V.



Công suất mạch ngoài là 3,5W.

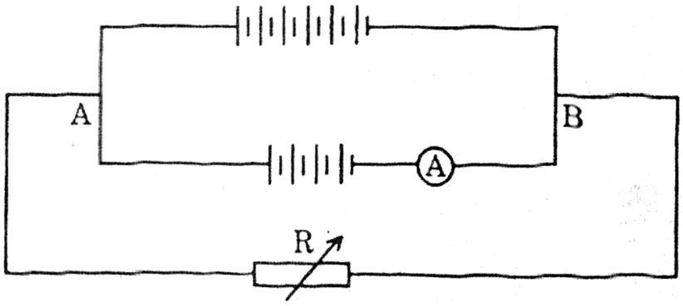
Tính:

1. Suất điện động e.

2. Công suất một nguồn và công suất bộ nguồn.

ĐS: 1. $e = 2V$ 2. $P_e = 4W$; $P_o = \frac{1}{3}W$

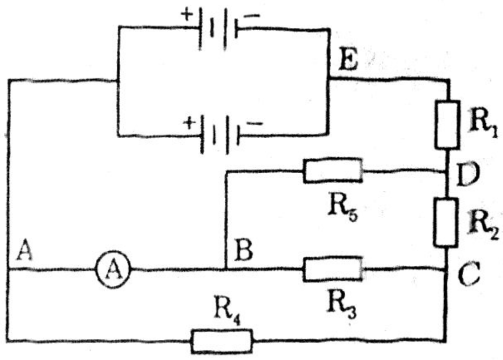
Bài 89: Cho mạch điện như hình vẽ.



Có 10 nguồn giống nhau, mỗi nguồn có suất điện động e = 1,5V, điện trở trong r = 0,5Ω mắc thành hai dãy song song, một dãy có 6 nguồn nối tiếp, một dãy có 4 nguồn nối tiếp. Ampe kế có điện trở không đáng kể. R là biến trở. Hỏi phải chỉnh R bằng bao nhiêu để ampe kế chỉ 0.

ĐS: $R = 6\Omega$

Bài 90: Có 4 nguồn giống nhau, suất điện động và điện trở trong của 1 nguồn là e = 9V; r = 1Ω. Các điện trở $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 12\Omega$. Điện trở của ampe kế không đáng kể. Cường độ dòng điện qua R_1 là 3A. Tính:



1. Điện trở R_5 **2.** Số chỉ ampe kế A.

ĐS: 1. $R_5 = 6\Omega$ 2. $I_a = 2,25A$

Bài 91: Một bộ nguồn gồm 36 nguồn giống nhau ghép hỗn hợp thành m dãy song song, mỗi dãy có n nguồn giống nhau mắc nối tiếp. Mỗi nguồn có suất điện động e = 12V; điện trở trong r = 2Ω. Mạch ngoài có hiệu điện thế U = 120V và công suất P = 360W. Tính m và n.

ĐS: m = 3 dãy; n = 12 nguồn

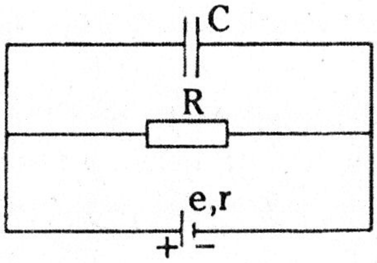
Bài 92: Có 8 bóng đèn giống nhau loại 3V - 3W và mắc thành p dãy song song, mỗi dãy có q bóng nối tiếp và x nguồn điện giống nhau mắc thành m dãy song song, mỗi dãy có n nguồn nối tiếp. Mỗi nguồn có suất điện động e = 4V; điện trở trong r = 1Ω.

Hỏi phải dùng tối thiểu bao nhiêu nguồn và xác định các cách mắc bộ đèn và bộ nguồn.

ĐS:

	Cách 1	Cách 2
Dây pin: m	2	1
Số pin/dây $n = \frac{6}{m}$	3	6
Số đèn: $p = \frac{12}{n}$	4	2
Số đèn/dây q	2	4

Bài 93: Cho mạch điện như hình vẽ, điện trở R = 4,5Ω, C là tụ điện phẳng mà khoảng cách giữa hai bản là d = 0,2cm. Trong mạch trên, cường độ điện trường giữa hai bản tụ là E = 2250V/m. Tính suất điện động e của nguồn, biết điện trở trong của nó là r = 0,5Ω.

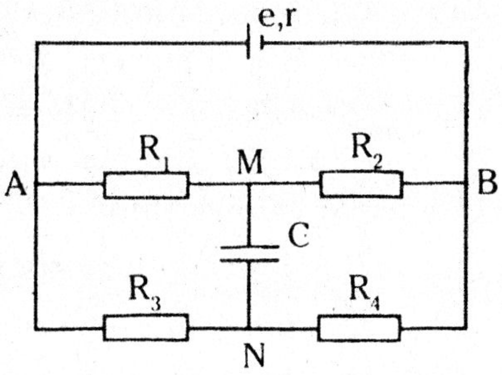


ĐS: e = 5V

Bài 94: Cho mạch điện như hình vẽ.

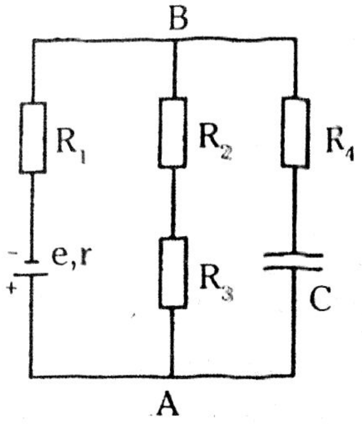
Nguồn điện có suất điện động e = 9V, điện trở trong r = 1Ω. Các điện trở $R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 18\Omega$. Tụ điện có điện dung C = 8μF.

Tính điện tích của tụ.



ĐS: Q = 48μC, bản dương nối N

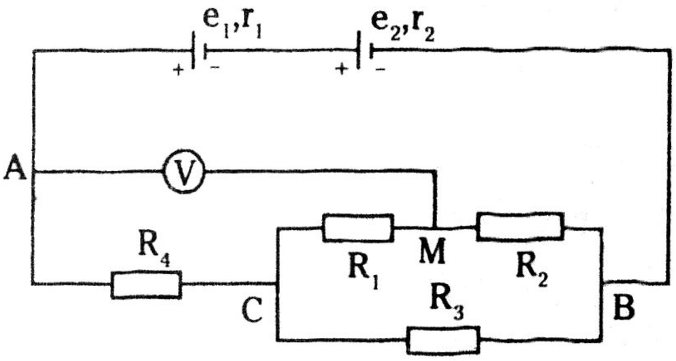
Bài 95: Cho mạch điện như hình vẽ.



Các điện trở $R_1 = R_2 = 6\Omega$; $R_3 = R_4 = 5\Omega$, nguồn có suất điện động e = 18V, điện trở trong r = 1Ω. Tụ có điện dung C = 10μF. Tính điện tích trên tụ.

ĐS: Q = 110μC

Bài 96: Cho mạch điện như hình vẽ.



$e_2 = 10V$; $r_1 = 1\Omega$;

$r_2 = 3\Omega$; $R_1 = 2\Omega$;

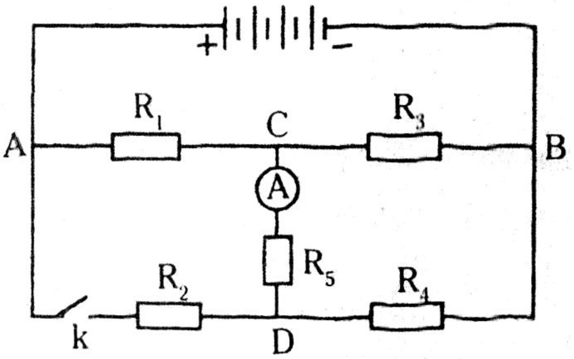
$R_2 = 4\Omega$

$R_3 = R_4 = 3\Omega$

Vôn kế có điện trở rất lớn và chỉ $\frac{22}{3}$V. Tính e_1.

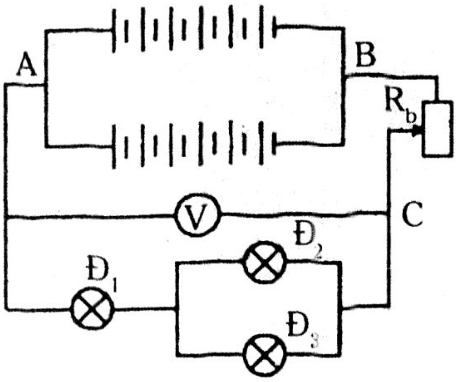
ĐS: $e_1 = 8V$

Bài 97: Có mạch điện như hình vẽ. Bốn nguồn giống nhau mắc nối tiếp, 1 nguồn có e = 0,75V; r = 0,1Ω. Các điện trở $R_1 = 1\Omega$; $R_3 = 2\Omega$; $R_4 = 4\Omega$; $R_a = R_k \approx 0$. Biết khi k mở, A chỉ 0,2A và khi k đóng A chỉ 0. Tính R_2 và R_5.



ĐS: $R_2 = 2\Omega$; $R_5 = 5\Omega$

Bài 98: Cho mạch điện như hình. Bộ nguồn có 2 dãy, mỗi dãy có 6 pin, mỗi pin có e = 1,5V, r = 0,2Ω. Điện trở các đèn lần lượt là $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = R_3 = 6\Omega$. Điều chỉnh biến trở R_b sao cho vôn kế chỉ 5V. Tính:



1. e_b, r_b của bộ nguồn.

2. Cường độ qua mỗi đèn và giá trị R_b.

3. Nhiệt lượng tỏa ra ở biến trở sau 10 phút và công suất đèn $Đ_1$.

4. Nếu Đ$_2$ đứt, độ sáng các đèn còn lại ra sao? Số chỉ của vôn kế thay đổi thế nào?

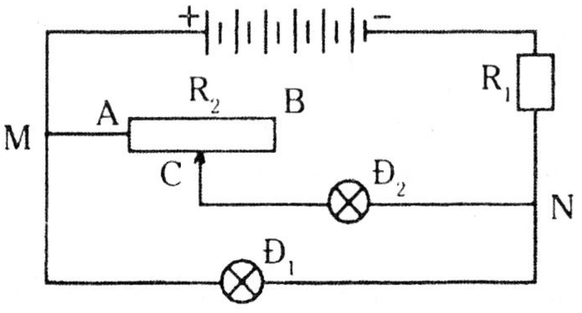
Biết vôn kế có điện trở rất lớn.

ĐS: 1. $e_b = 9V$; $r_b = 0,6\Omega$ 2. $I_{d_1} = 1A$; $I_{d_2} = I_{d_3} = 0,5A$

3. $Q = 2040J$; $P_1 = 2W$

4. *Đ$_1$ mờ hơn; Đ$_2$ sáng hơn; V chỉ tăng*

Bài 99: Cho mạch điện như hình vẽ. Mỗi nguồn có e = 1,5V; r = 0,1Ω. Đèn Đ$_1$ loại 6V - 3W; đèn Đ$_2$ loại 3V - 1,5W.



1. Dịch chuyển con chạy C đến vị trí để cho các đèn sáng bình thường. Tính:

a. Hiệu điện thế hai đầu nguồn.

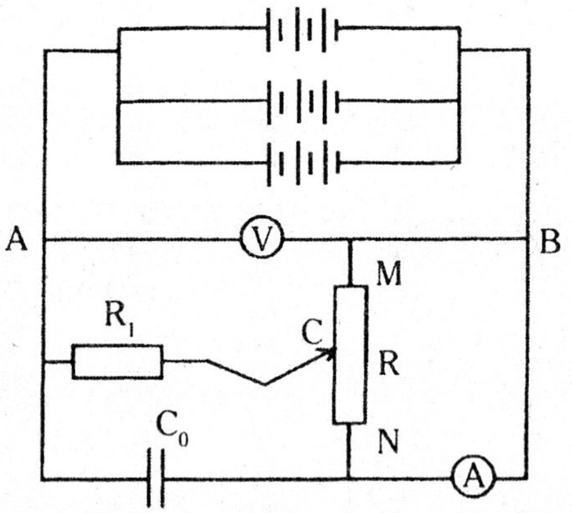
b. Điện trở R$_1$ và giá trị của biến trở R$_2$ tham gia vào mạch.

2. Từ vị trí con chạy C ở câu 1, nếu dịch chuyển C về phía A thì độ sáng đèn Đ$_1$ thay đổi thế nào?

ĐS: 1. **a.** $U = 8,4V$ **b.** $R_1 = 2,4\Omega$; $R_2 = 6\Omega$

2. *Đ$_1$ mờ hơn*

Bài 100: Có mạch điện như hình vẽ. Các nguồn giống nhau, mỗi nguồn có e = 3V; r = 1Ω. Biến trở có điện trở toàn phần là $R_{MN} = 10\Omega$; điện trở $R_1 = 1\Omega$; $R_a \approx 0$; R_v rất lớn. Tụ có điện dung $C_o = 5\mu F$. Tìm số chỉ vôn kế, ampe kế, điện tích trên tụ và công suất bộ nguồn, công suất 1 nguồn khi con chạy C của biến trở ở vị trí:



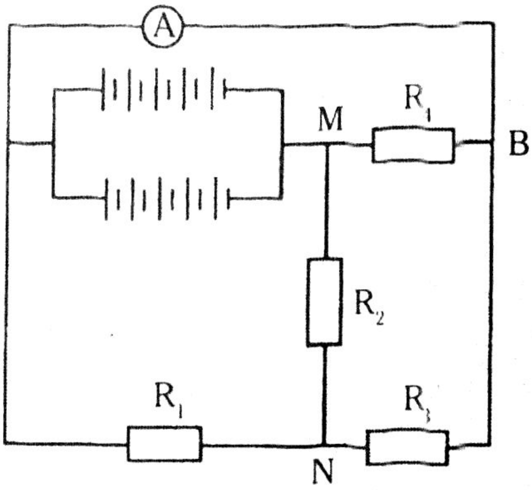
1. Là trung điểm của MN. **2.** Trùng với N.

ĐS: 1. $U_V = 7V$; $I_a = 1A$; $Q = 35\mu C$; $P_b = 18W$; $P_e = 2W$

2. $I_a = 4,5A$; $U_V = 4,5V$; $Q = 22,5\mu C$;

$P_b = 40,5W$; $P_e = 4,5W$

Bài 101: Cho mạch điện như hình vẽ. Mỗi nguồn có suất điện động e, điện trở trong r = 4Ω. Các điện trở $R_1 = R_2 = R_3 = 40\Omega$, $R_4 = 30\Omega$. Ampe kế có điện trở $R_a \approx 0$ và chỉ 0,5A.

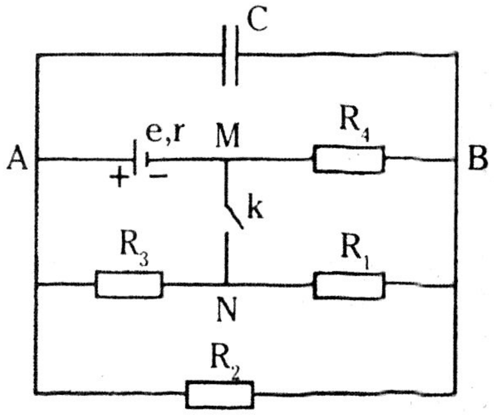


1. Tính e.

2. Nếu thay ampe kế bằng tụ điện có điện dung C = 10μF thì điện tích trên tụ là bao nhiêu?

ĐS: *1. e = 3,6V* *2. Q = 130μC*

Bài 102: Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có e = 18V; r = 2Ω. Các điện trở $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 6\Omega$, khóa k có $R_k = 0$, tụ có điện dung C = 6μF. Tính điện tích trên tụ và cường độ dòng điện qua khóa k khi:

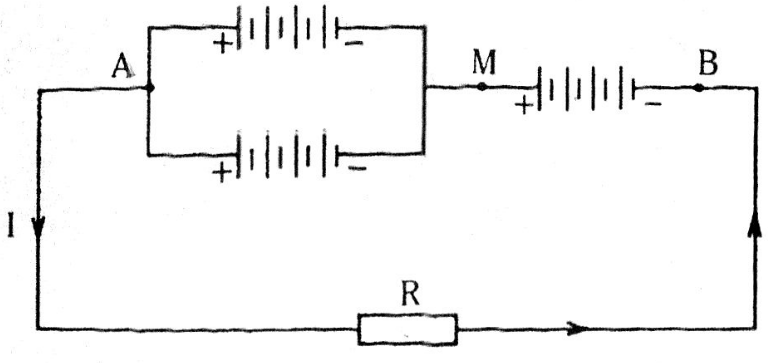


1. k mở **2.** k đóng

ĐS: *1. Q = 36μC; $I_K = 0$*

2. Q = 46,08μC; $I_K = 1,29A$

Bài 103: Có 12 nguồn giống nhau, 1 nguồn có suất điện động e = 2V, điện trở trong r = 0,5Ω. Điện trở R = 13Ω. Tính hiệu điện thế giữa M và B.



ĐS: $U_{MB} = 6V$

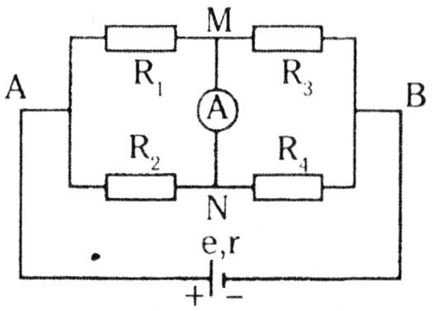
Bài 104: Cho mạch điện như hình. Biết:

$R_1 = 8\Omega$, $R_2 = 2\Omega$, $R_3 = 4\Omega$, $R_4 = 1\Omega$,

e = 12V, r = 0,4Ω, $R_A = 0$.

1. Chứng tỏ rằng khi $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ thì không có dòng điện qua ampe kế.
2. Cho $R_4 = 4\Omega$. Xác định chiều và cường độ dòng điện qua ampe kế.
3. Biết dòng điện qua ampe kế có chiều từ M đến N, cường độ $I_A = 0,3A$.

   Tính R_4.

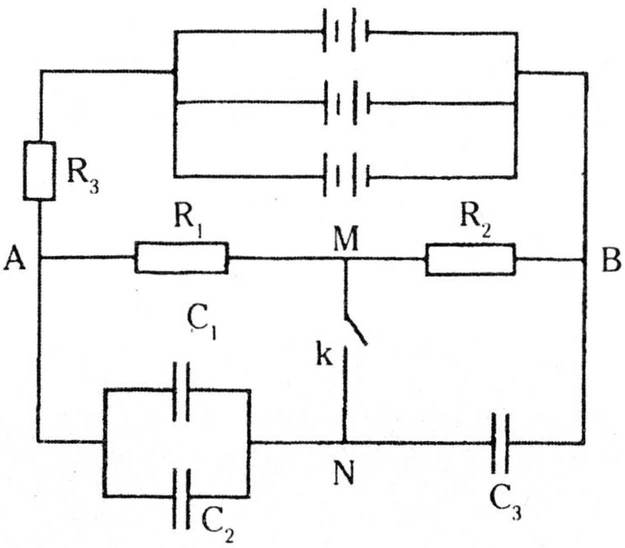


ĐS: *2.* $I_a = 0,9A$ *đi từ N đến M.*

3. $R_4 \approx 0,63\Omega$

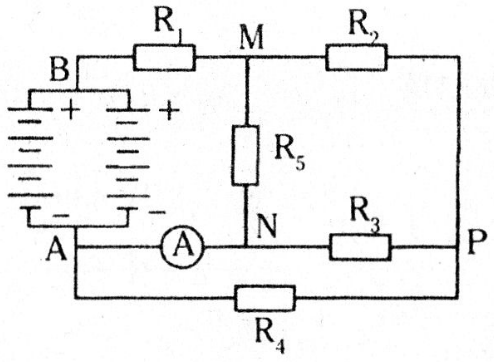
Bài 105: Bộ nguồn có 6 nguồn giống nhau mắc như hình vẽ.

Một nguồn có $e = 12V$, $r = 0,75\Omega$. Các điện trở $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 10,5\Omega$. Các tụ có $C_1 = C_2 = 2\mu F$, $C_3 = 6\mu F$. Tính lượng điện tích qua khóa k khi k mở rồi đóng.



ĐS: $\Delta Q = 15\mu C$ *(electron đi từ N đến M)*

Bài 106: Cho mạch điện như hình vẽ. Bộ nguồn gồm 8 pin ghép thành 2 dãy, mỗi dãy có 4 pin, mỗi pin có $e = 1,5V$, $r = 0,1\Omega$. Biết: $R_1 = 1,8\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 6\Omega$; $R_A = 0$; dòng điện qua R_1 là 1A.



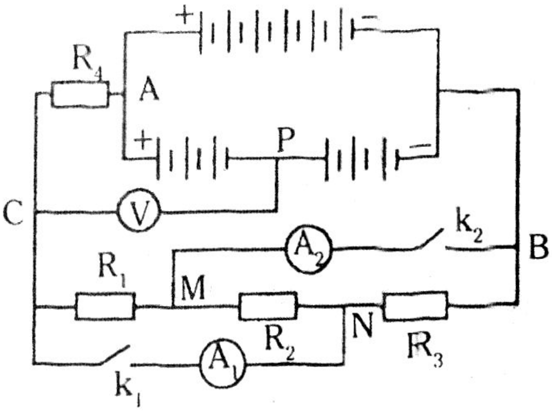
1. Tính suất điện động và điện trở trong của bộ nguồn.
2. Tính R_5.
3. Tìm số chỉ của ampe kế.

ĐS: *1.* $e_b = 6V$; $r_b = 0,2\Omega$

2. $R_5 = 12\Omega$ *3.* $I_a = \frac{7}{9}A$

Bài 107: Cho mạch điện như hình. Bộ nguồn gồm 12 pin giống nhau ghép thành 2 dãy, mỗi dãy có 6 pin, mỗi pin có $e = 1,5V$; $r = 0,1\Omega$; $R_1 = 4\Omega$; $R_2 = 2,4\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 1,7\Omega$; $R_{A1} = R_{A2} = R_K = 0$; R_v rất lớn.

Tìm số chỉ các ampe và vôn kế khi:



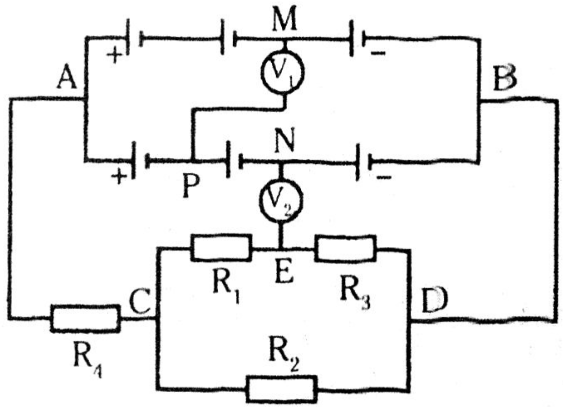
1. k_1 đóng, k_2 mở. **2.** k_1 mở, k_2 đóng. **3.** k_1, k_2, cùng đóng.

ĐS: 1. $U_V = 1,17V$; $Ia_1 = 1,8A$; $Ia_2 = 0$

2. $Ia_1 = 0$; $Ia_2 = 1,5A$; $U_V = 2,025V$

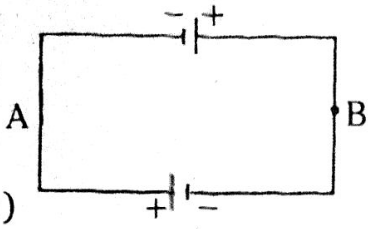
3. $Ia_1 = 2,25V$; $Ia_2 = 2A$; $U_V = 1,05V$

Bài 108: Có mạch điện như hình vẽ. Các nguồn giống nhau và mỗi nguồn có $e = 3V$; $r = 1\Omega$. Các điện trở $R_1 = R_2 = R_3 = 6\Omega$; $R_4 = 3,5\Omega$. Các vôn kế có điện trở rất lớn. Tìm số chỉ của các vôn kế. Nếu thay 2 vôn kế bằng 2 tụ có điện dung bằng nhau là $C_1 = C_2 = 6\mu F$ thì mỗi tụ tích một lượng điện tích là bao nhiêu?

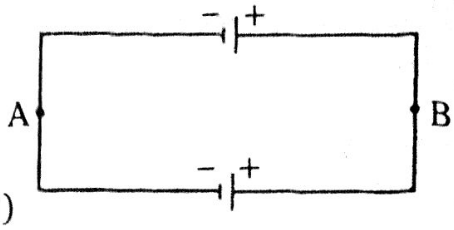


ĐS: $U_{V_1} = 2,5V$; $U_{V_2} = 0$; $Q_1 = 15\mu C$; $Q_2 = 0$

Bài 109: Có hai nguồn giống hệt nhau, mỗi nguồn có suất điện động e, điện trở trong r. Tính hiệu điện thế giữa hai điểm A và B khi mắc hai nguồn theo hai sơ đồ sau:



(1)



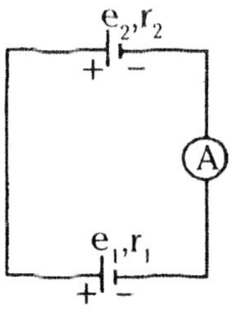
(2)

ĐS: (1.) $U_{AB} = 0$ (2.) $U_{AB} = -e$

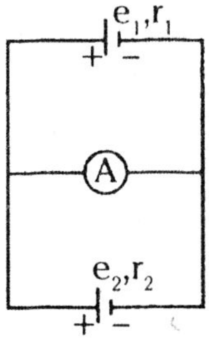
Bài 110: Cho hai nguồn $e_1 = 6V$, $r_1 = 1\Omega$; $e_2 = 12V$, $r_2 = 2\Omega$.

Ampe kế có $R_A = 0$.

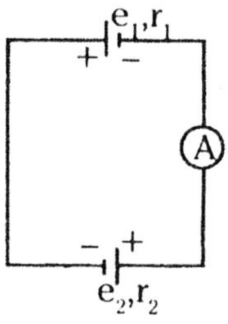
Trong mỗi sơ đồ sau hãy xác định:



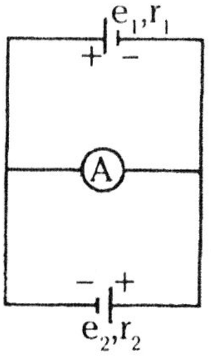
(1)



(2)



(3)



(4)

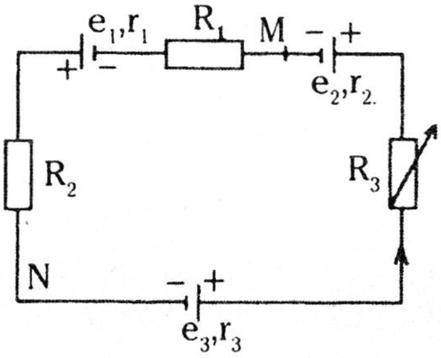
1. Số chỉ của ampe kế được mắc trên hình.

2. Thay ampe kế bằng các vôn kế có R_v rất lớn. Tìm số chỉ của vôn kế.

ĐS: *(1)* $I = 2A$; $U = 6V$ *(2)* $I = 12A$; $U = 8V$

(3) $I = 6A$; $U = 18V$ *(4)* $I = 0$; $U = 0$

Bài 111: Cho mạch điện như hình. Biết:



$e_1 = 2V$, $r_1 = 0,1\Omega$;

$e_2 = 6V$, $r_2 = 0,2\Omega$;

$e_3 = 8V$, $r_3 = 0,3\Omega$;

$R_1 = 0,4\Omega$; $R_2 = 1\Omega$; R_3 thay đổi được.

1. Tìm dòng điện qua mạch và U_{MN} khi $R_3 = 2\Omega$

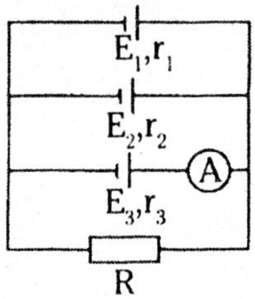
2. Có thể điều chỉnh R_3 để $U_{MN} = 0$ được không? Nếu được, tìm giá trị R_3 và dòng điện qua mạch lúc này:

ĐS: *1.* $I = 1A$; $U_{MN} = -0,5V$ *2.* $R = 1\Omega$; $I = \frac{4}{3}A$

Bài 112: Một pin có suất điện động ε_1. Khi ghép pin này nối tiếp với pin khác có suất điện động $\varepsilon_2 = 1,5V$ và điện trở R thành mạch kín thì dòng điện qua mạch là $I_1 = 2A$. Khi đổi cực của pin có suất điện động ε_1 thì dòng điện cũng đổi chiều và có cường độ $I_2 = 1A$. Tính suất điện động ε_1.

ĐS: $\varepsilon_1 = 3\varepsilon_2 = 4,5V$

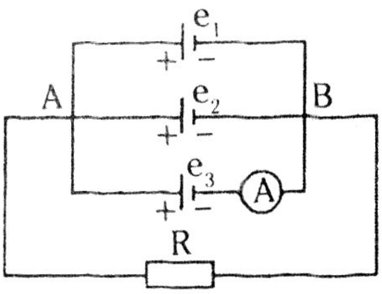
Bài 113: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $E_1 = 1,9V$; $E_2 = 1,7V$; $E_3 = 1,6V$; $r_1 = 0,3\Omega$; $r_2 = r_3 = 0,1\Omega$; ampe kế chỉ 0. Tính R và cường độ dòng điện qua các nguồn và R.



ĐS: $I_1 = 1A; I_2 = 1A;$

$I = 2A; R = 0{,}8\Omega$

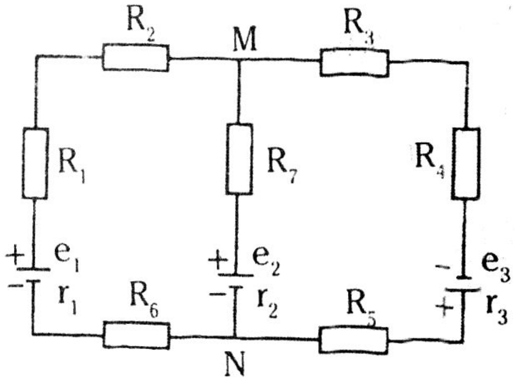
Bài 114: Cho mạch điện như hình vẽ.



Các nguồn có $e_1 = 1{,}9V$, $r_1 = 0{,}3\Omega$; $e_2 = 1{,}7V$, $r_2 = 0{,}1\Omega$; $e_3 = 1{,}6V$; $r_3 = 0{,}1\Omega$. Ampe kế A chỉ 0. Tính R và cường độ dòng điện qua các nhánh.

ĐS: $R = 0{,}8\Omega; I_1 = I_2 = 1A; I = 2A$

Bài 115: Cho mạch điện như hình.

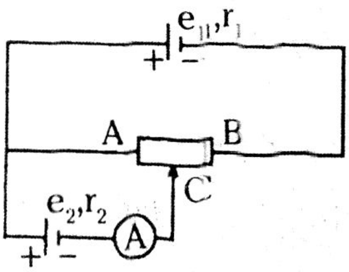


Biết $e_1 = 10V$, $r_1 = 2\Omega$; $e_2 = 20V$, $r_2 = 3\Omega$; $e_3 = 30V$; $r_3 = 3\Omega$; $R_1 = R_2 = 1\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $R_4 = 4\Omega$; $R_5 = 5\Omega$; $R_6 = 6\Omega$; $R_7 = 7\Omega$.

Tìm dòng điện qua các nguồn và U_{MN}.

ĐS: $I_1 = 0{,}625A; I_2 = 1{,}625A; I_3 = 2{,}250A; U_{MN} = 3{,}75V$

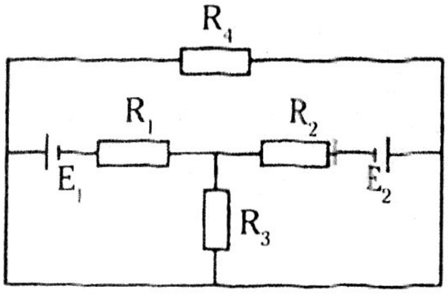
Bài 116: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $e_1 = 6V$, $r_1 = 1\Omega$; $e_2 = 2V$, $r_2 = 0{,}5\Omega$; $R_{AB} = 8\Omega$; $R_A = 0$.



1. Tìm số chỉ của ampe kế khi con chạy C ở chính giữa AB.
2. Tìm vị trí của C để ampe kế chỉ 0.

ĐS: 1. $I_a = 0{,}24A$ 2. $R_{AC} = 3\Omega$

Bài 117: Cho mạch điện như hình vẽ.

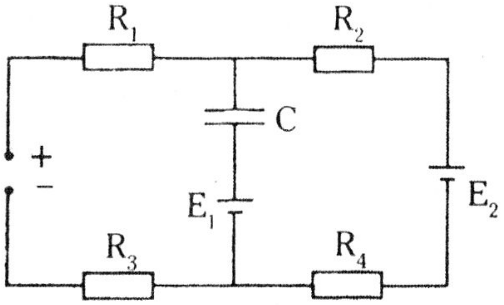


Biết $E_1 = 1{,}5V$; $E_2 = 1{,}8V$; $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10\Omega$; điện trở các nguồn điện không đáng kể.

Tính dòng điện qua các điện trở.

ĐS: $I_1 = 0{,}04A; I_2 = 0{,}07A; I_3 = 0{,}11A; I_4 = 0$

Bài 118: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $E_1 = E_2 = 2V$; $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ được mắc vào $U = 110V$. Điện trở trong các nguồn không đáng kể. Tính hiệu điện thế và điện tích trên tụ C. Cho $C = 1\mu F$.

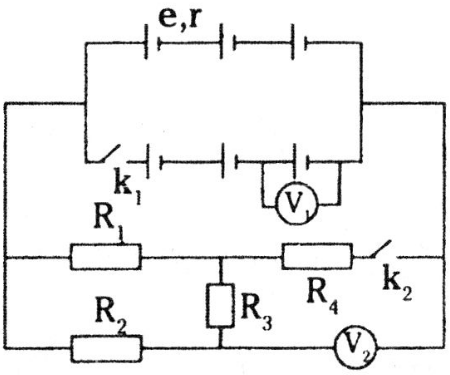


ĐS: $U = 54V$; $q = 54\mu C$

Bài 119: Cho mạch điện như hình. Biết các pin có $e = 6V$; $r = \frac{3}{2}\Omega$; $R_1 = 6\Omega$; $R_2 = 3\Omega$; $R_3 = 9\Omega$; $R_4 = 1\Omega$; các vôn kế có điện trở rất lớn. Tìm số chỉ của các vôn kế khi:

a. k_1, k_2 đóng

b. k_1, k_2 mở

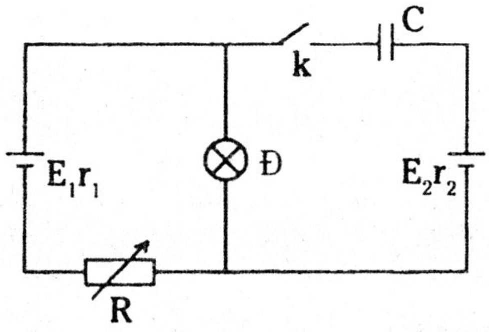


ĐS: *a.* V_1 *chỉ 5V;* V_2 *chỉ 12V*

b. V_1 *chỉ 6V;* V_2 *chỉ 18V*

Bài 120: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $E_1 = 9V$, $r_1 = 2\Omega$; $E_2 = 5V$, $r_2 = 2\Omega$; đèn Đ ghi 3V - 3W; $C = 0,5\mu F$; R là biến trở. Khi khóa k mở.

a. Tìm giá trị của R khi đèn Đ sáng bình thường. Tính U_1 giữa hai cực của nguồn E_2.



b. Khi cho R tăng, độ sáng của đèn Đ và giá trị của U_1 thay đổi thế nào?

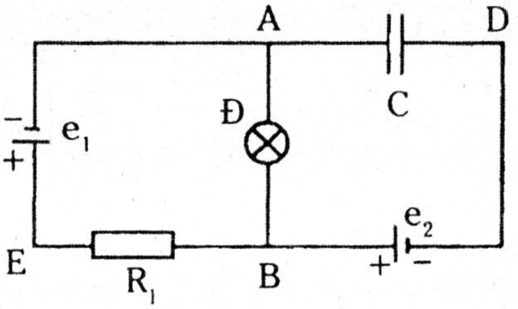
c. Đèn Đ sáng bình thường, đóng khóa k. Tìm điện tích trên tụ C. Khi cho R tăng thì điện tích tụ C thay đổi thế nào?

ĐS: *a.* $R = 4\Omega$; $U_1 = 7V$

b. $R \uparrow \Rightarrow$ *Độ sáng đèn Đ giảm;* $U_1 \uparrow$

c. $q = 4\mu C$; $R \uparrow \Rightarrow q \downarrow$

Bài 121: Cho mạch điện như hình vẽ. Các nguồn có $e_1 = 9V$; $r_1 = 2\Omega$. Trên bóng đèn có ghi 3V - 3W. Tụ có điện dung $C = 10\mu F$. Biết đèn sáng bình thường. Tính:



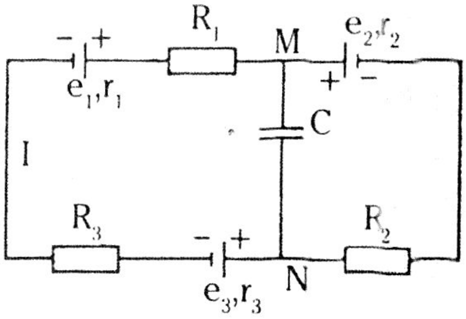
1. Điện trở R_1.

2. Điện tích trên tụ và cho biết bản tụ nào tích điện âm!

ĐS: 1. $R_1 = 4\Omega$

2. $Q = 20\mu C$; *bản nối B tích điện âm*

Bài 122: Cho điện mạch như hình vẽ:



R1
M
e2,r2
− +
+ −
e1,r1
C
I
R3
R2
− +
N
e3,r3

$e_1 = 12V$; $r_1 = 1\Omega$;

$e_2 = 6V$; $r_2 = 2\Omega$;

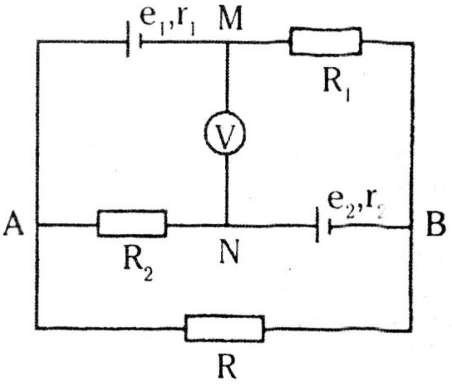
$e_3 = 9V$; $r_3 = 3\Omega$; $R_1 = 4\Omega$;

$R_2 = 2\Omega$; $R_3 = 3\Omega$; $C = 10\mu C$.

Tính điện tích trên tụ.

ĐS: $Q = 52\mu C$

Bài 123: Cho mạch điện như hình vẽ. Biết $e_1 = e_2 = 6V$; $r_1 = 1\Omega$; $r_2 = 2\Omega$; $R_1 = 5\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R = 3\Omega$. Vôn kế có điện trở rất lớn.



e1,r1
M
R1
V
e2,r2
A
B
R2
N
R

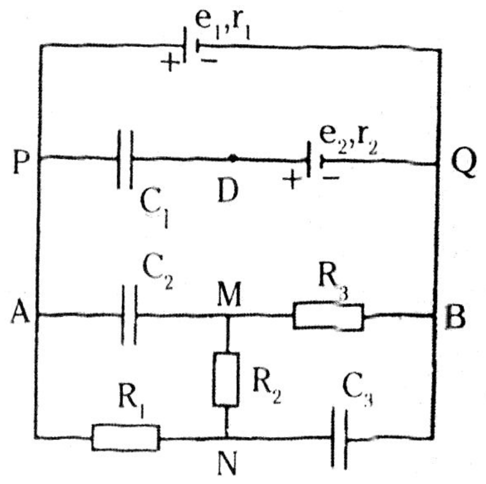
1. Tìm cường độ dòng điện qua các điện trở và nguồn điện.

2. Số chỉ của vôn kế.

ĐS: 1. $I_1 = 0{,}5A$; $I_2 = 0{,}5A$; $I = 1A$

2. $U_{MN} = 7{,}5V$

Bài 124: Cho mạch điện như hình vẽ.



e1,r1
+ −
e2,r2
P
Q
C1
D
+ −
C2
R3
M
A
B
R2
C3
R1
N

Các nguồn $e_1 = 24V$; $r_1 = 1\Omega$; $e_2 = 6V$; $r_2 = 2\Omega$. Các điện trở $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 5\Omega$. Các tụ có điện dung $C_1 = 2\mu F$; $C_2 = 3\mu F$; $C_3 = 4\mu F$. Tính điện tích trên các tụ.

ĐS: $Q_1 = 32\mu C$; $Q_2 = 36\mu C$; $Q_3 = 72\mu C$

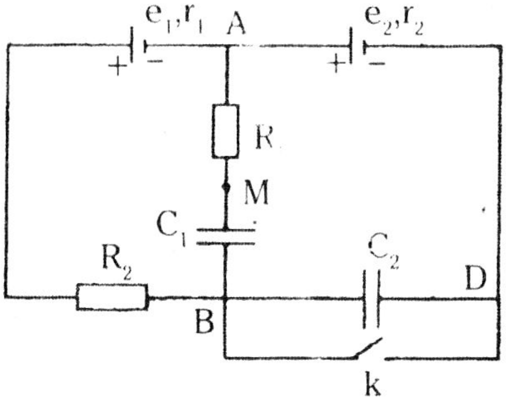
Bài 125: Cho mạch điện như hình vẽ.

$e_1 = 6V$; $e_2 = 12V$;

$r_1 = r_2 = 2\Omega$; $R_1 = 10\Omega$

$R_2 = 5\Omega$; $C_1 = C_2 = 6\mu F$.

Tính điện tích trên các tụ và điện lượng qua R_1 khi k chuyển từ đóng sang mở.

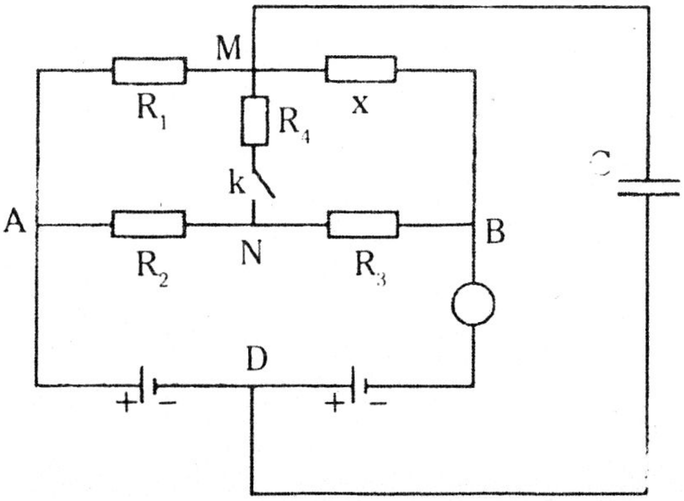


ĐS: • *k đóng: $Q_2 = 0$; $Q_1 = 48\mu C$*

• *k mở: $Q'_2 = 108\mu C$; $Q'_1 = 36\mu C$*

$\Delta Q = 84\mu C$ theo chiều từ M đến A.

Bài 126: Cho mạch điện như hình vẽ. Hai nguồn giống nhau, mỗi nguồn có e = 3V; r = 0,5Ω. Các điện trở $R_1 = 2\Omega$; $R_2 = 4\Omega$; $R_3 = 8\Omega$; $R_4 = 10\Omega$. Khóa k và ampe kế A có điện trở không đáng kể, x là điện trở chưa biết. Tụ có điện dung C = 10µF. Khi k mở ampe kế A chỉ 1,2A.



1. Tính x, điện tích trên tụ khi k mở.
2. Khi k đóng, điện tích trên tụ sẽ thay đổi như thế nào?

ĐS: *1. $x = 4\Omega$; $Q = 4\mu C$* *2. Q không thay đổi*

Bài 127: Một máy bơm nước đưa được một khối lượng nước là m = 75kg lên bình chứa ở độ cao h = 4,7m qua một ống có tiết diện $S = 0,1m^2$ trong thời gian t = 1s. Lấy $g = 10m/s^2$.

1. Tính công hữu ích của máy bơm.
2. Nếu máy bơm tiêu thụ công suất là P = 10kW thì hiệu suất của nó là bao nhiêu?

ĐS: *1. A = 5634J* *2. H = 56,34%*

Bài 128: Tính công suất của dòng điện và nhiệt lượng tỏa ra trong acquy sau thời gian t = 10s khi:

1. Acquy nạp điện với dòng điện $I_1 = 2A$ và hiệu điện thế hai cực acquy là $U_1 = 20V$, suất điện động của acquy là e = 12V.
2. Acquy phát điện với dòng điện $I_2 = 1A$.

ĐS: *1. A = 400J; Q = 160J* *2. A = 80J; Q = 40J*

CHƯƠNG III DÒNG ĐIỆN TRONG CÁC MÔI TRƯỜNG

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

I. Dòng điện trong kim loại:

- Điện trở suất của kim loại tăng theo nhiệt độ:

$$\boxed{\rho = \rho_o (1 + \alpha(t - t_o))} \quad ; \quad \alpha(t - t_o) << 1$$

ρ_o: Điện trở suất ở t_o^oC (Ω.m)

ρ: Điện trở suất ở t^oC (Ω.m)

α: Hệ số nhiệt của điện trở (K^{-1})

- Điện trở của kim loại cùng tăng theo nhiệt độ:

$$\boxed{R = R_o(1 + \alpha(t - t_o))}$$

- Hiện tượng nhiệt điện là hiện tượng tạo thành suất điện động nhệt điện trong mạch kín gồm hai vật dẫn khác nhau, khi giữ hai mối hàn ở hai nhiệt độ khác nhau.
- Suất điện động nhiệt điện:

$$\boxed{\varepsilon = \alpha_T (T_1 - T_2)}$$

α_T: Hệ số nhiệt điện động (μV/K)

- Hiện tượng siêu dẫn là hiện tượng khi nhiệt độ hạ xuống dưới nhiệt độ T_c, điện trở của kim loại (hợp kim) giảm đột ngột đến không.

II. Dòng điện trong chất điện phân:

- Hiện tượng dương cực tan xảy ra khi điện phân dung dịch muối kim loại mà anôt làm bằng kim loại đó.
- Định luật Faraday (Fa-ra-đây)

+ Định luật I: $\boxed{m = kq}$

  - k: Đương lượng điện hóa (kg/C)
  - q: Điện lượng qua bình điện phân (C)
  - m: Khối lượng chất thoát ra ở điện cực (kg)

+ Định luật II: $\boxed{k = c\frac{A}{n}}$

  - A: Khối lượng mol của nguyên tử chất

- n: Hóa trị của chất đó.
- $F = \frac{1}{c} \approx 96500$ C/mol: Hằng số Faraday

+ Công thức Faraday về điện phân:

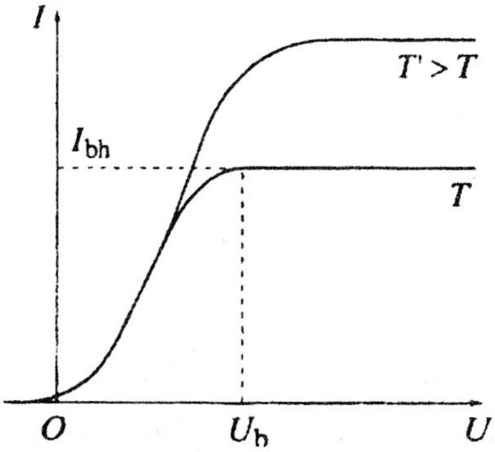
$$\boxed{m = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.q = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I.t}$$

m: khối lượng chất thoát ở điện cực (g)

III. Dòng điện trong chân không:

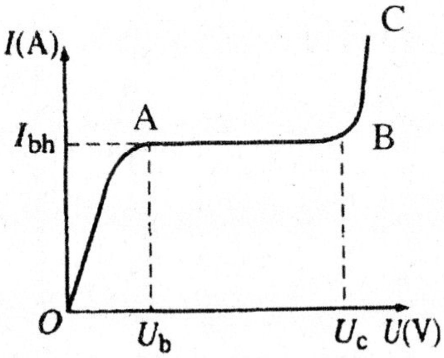
+ Dòng điện trong điôt chân không chỉ theo một chiều từ anôt đến catôt.

+ Sự phụ thuộc của I theo U:



- Đặc tuyến vôn-ampe không phải là đường thẳng. Như vậy *dòng điện trong chân không không tuân theo định luật Ôm.*
- *Khi* $U < U_b$: U tăng thì I tăng
- *Khi* $U \geqslant U_b$ thì U tăng I không tăng và có giá trị $I = I_{bh}$: cường độ dòng điện qua ống đạt giá trị lớn nhất gọi là *cường độ dòng điện bão hòa* (hình). Nhiệt độ catôt càng cao ($T' > T$), thì cường độ dòng điện bão hòa I_{bh} càng lớn.

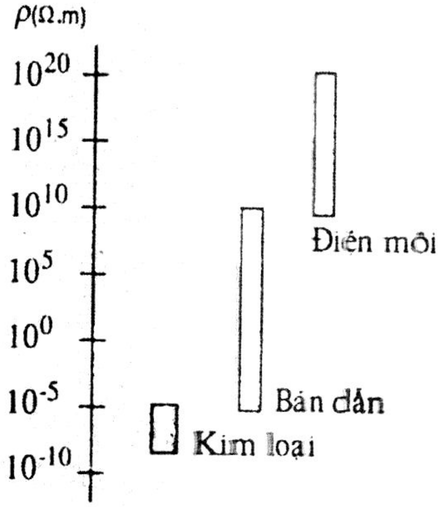
IV. Dòng điện trong chất khí:



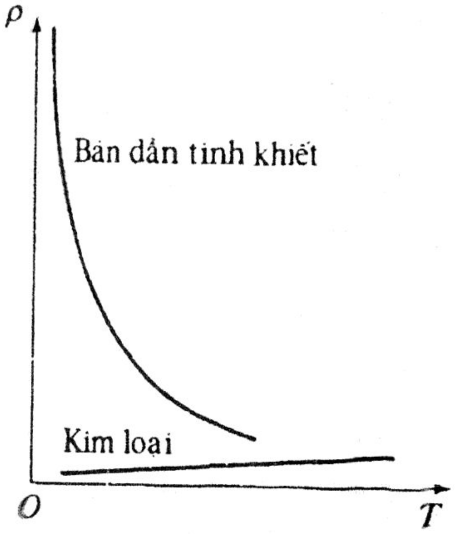
- Đặc tuyến vôn-ampe không phải là đường thẳng. Như vậy dòng điện trong chất khí không tuân theo định luật Ôm.
- Khi tăng dần hiệu điện thế, bắt đầu từ giá trị $U = 0$ đến $U = U_b$ sự phóng điện chỉ xảy ra khi có tác dụng của tác nhân ion hóa, ta có *sự phóng điện không tự lực.* (đoạn OA)
- Khi $U \geqslant U_b$, cường độ dòng điện giữ nguyên giá trị bằng I_{bh}, dù U tăng. Ta nói cường độ dòng điện trong chất khí đạt giá trị bão hòa I_{bh}. (đoạn AB)
- Khi $U > U_c$, thì cường độ dòng điện tăng vọt lên. Lí do là có thêm nhiều ion và electron được tạo thành, nhờ có *sự ion hóa do va chạm* của các electron với phân tử khí. (đoạn BC)

V. Dòng điện trong chất bán dẫn:

- Điện trở suất ρ của bán dẫn có giá trị trung gian giữa kim loại và điện môi (hình 1).
- Điện trở suất của bán dẫn tinh khiết giảm mạnh khi nhiệt độ tăng (hình 2). Do đó ở nhiệt độ thấp, bán dẫn dẫn điện rất kém (giống như điện môi), còn ở nhiệt độ cao, bán dẫn dẫn điện khá tốt (giống như kim loại).



(h.1)

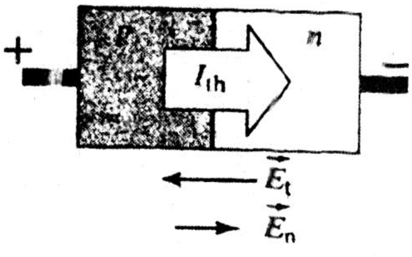


(h.2)

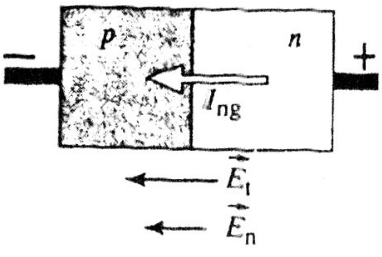
- Tính chất điện của bán dẫn phụ thuộc rất mạnh vào các tạp chất có mặt trong tinh thể.

+ Bán dẫn có tạp chất:
  - Bán dẫn loại n: hạt tải điện cơ bản là electron tự do.
  - Bán dẫn loại p: hạt tải điện cơ bản là lỗ trống.

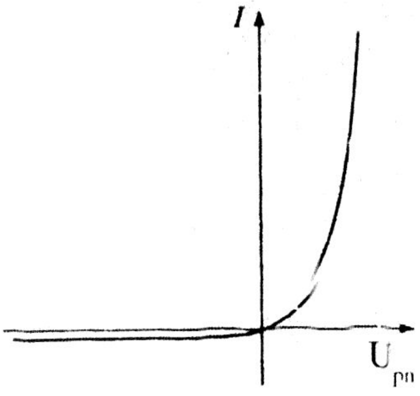
+ Lớp chuyển tiếp p-n:
  - Khi $U_{pn} > 0$ (phân cực thuận) có dòng điện I đi từ p sang n (h.1)
  - Khi $U_{pn} < 0$ (phân cực ngược) có dòng điện I đi từ n sang p rất bé (h.2)
  - Sự phụ thuộc I theo U_{pn} (h.3)



(h.1)



(h.2)

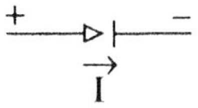


(h.3)

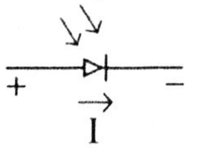
+ Các linh kiện bán dẫn:

* Điôt:

- Điôt chỉnh lưu: chỉ cho dòng điện đi theo một chiều nhất định.



- Phôtôđiôt: có điện trở giảm mạnh khi có ánh sáng thích hợp chiếu vào.



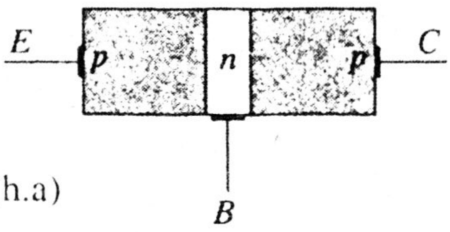
* Tranzito:

- Tranzito p-n-p gồm 2 lớp chuyển tiếp p-n như hình a.
- Kí hiệu tranzito p-n-p (hình b)

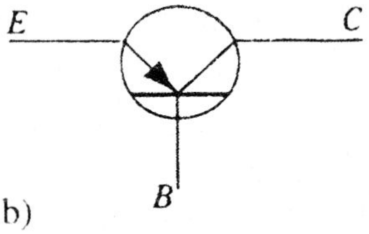
  (E: Emitơ - cực phát;

  B: Bazơ - cực gốc;

  C: Colectơ - cực góp).



(h.a)



(h.b)

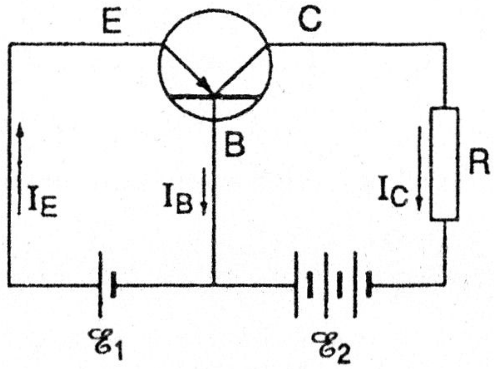
- Để tranzito hoạt động, nó phải được mắc như hình. $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$. Lúc đó:

  + $I_B << I_C \approx I_E$

  + $\beta = \frac{I_C}{I_B}$: hệ số khuếch đại dòng điện (từ vài chục lần - vài trăm lần)

  + Khi U_{EB} thay đổi ΔU_{EB} thì các dòng thay đổi, do đó I_C thay đổi ΔI_C nên $\Delta U_C = \Delta I_C.R = \beta\, \Delta I_B R$ rất lớn so với ΔU_{EB}

  + Sự thay đổi của I_C theo U_{CE} với các giá trị khác nhau của I_B được biểu diễn như hình (đặc tuyến vôn-ampe).



B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: **Tìm hệ số nhiệt điện trở của dây dẫn, biết ở nhiệt độ $t_1 = 20^\circ C$ dây có $R_1 = 100\Omega$ và ở nhiệt độ $t_2 = 240^\circ C$ dây có $R_2 = 200\Omega$**

GIẢI

Sự phụ thuộc của R theo t được viết:

$$R_1 = R_o(1 + \alpha t_1);\ R_2 = R_o(1 + \alpha t_2)$$

$$\Rightarrow \quad \frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1}$$

Từ đó: $\alpha = \dfrac{R_2 - R_1}{R_1 t_2 - R_2 t_1} = 5.10^{-3}K^{-1}$

(Không thể tính theo công thức $R_2 = R_1(1 + \alpha(t_2 - t_1))$ vì $\alpha(t_2 - t_1)$ không thỏa mãn điều kiện $\alpha(t_2 - t_1) << 1$).

Bài 2: **Một cặp nhiệt điện có $\alpha_T = 60\mu V/K$, một mối hàn đặt trong không khí ở 20°C, mối hàn còn lại được đun nóng đến 300°C. Suất điện động của cặp nhiệt điện là?**

GIẢI

Ta có: $\varepsilon = \alpha_T(T_2 - T_1) = 16800\mu V = 16,8mV$

Bài 3: **Cho dòng điện chạy qua một bình điện phân đựng dung dịch NaCl có hai cực A, B bằng than chì. Đo hiệu điện thế U_{AB} và dòng điện I chạy qua bình, ta nhận được các cặp giá trị (U_{AB}, I) cho trong bảng sau**

I(mA)	30	40	50	60	70	80
U_{AB}(V)	3,20	3,27	3,35	3,42	3,50	3,56

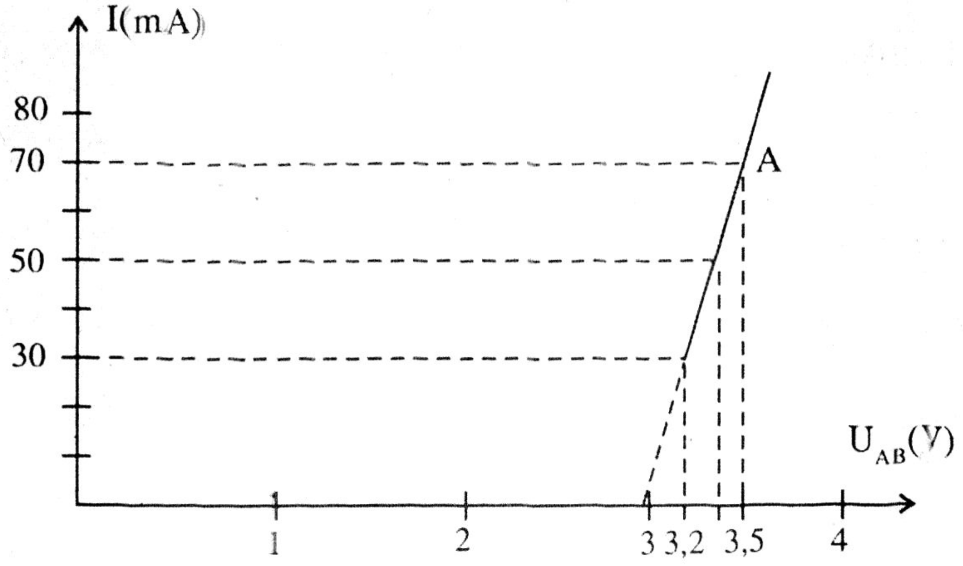
a. Vẽ đồ thị biểu diễn đặc trưng cường độ - điện áp của bình. Tính suất phản điện và điện trở trong của bình.

b. Tính công suất tiêu thụ khi đặt vào bình hiệu điện thế 3,5V.

c. Tính hiệu suất của bình.

GIẢI

a. Đồ thị I - U:



- Ta có $U_{AB} = \mathscr{E}_p + Ir$, khi $I = 0$ thì $\mathscr{E}_p = {}_{UAB}$. Trên đồ thị ta thấy $\mathscr{E}_p = 3V$
- Điện trở của bình điện phân:

$$r = \frac{U_{AB} - \mathscr{E}_p}{I}$$. Chọn điểm A có (3,5V - 70mA)

Ta suy ra: $r \approx 7{,}1\Omega$

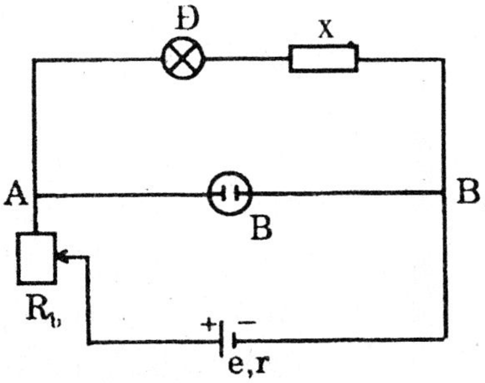
b. Công suất tiêu thụ của bình điện phân:

$$P = UI = 3{,}5.70.10^{-3} = 0{,}245W$$

c. Hiệu suất của bình điện phân:

$$H = \frac{\mathscr{E}_p I}{UI} = \frac{\mathscr{E}_p}{U} = \frac{3}{3{,}5} \approx 0{,}85 = 85\%$$

Bài 4: **Cho mạch điện như hình vẽ. Nguồn có e = 18V; r = 1,4Ω. Bóng đèn có ghi 5V - 2,5W. Chỉnh biến trở R_b = 7Ω thì đèn sáng bình thường. B là bình điện phân có điện trở R_1 = 10Ω.**



1. Tính điện trở x.

2. Cho biết bình điện phân chứa dung dịch $CuSO_4$, dương cực bằng đồng. Tính lượng đồng bám vào catôt của bình điện phân sau 24h.

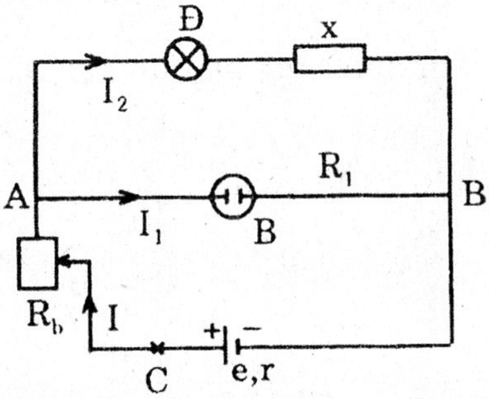
GIẢI

1. Ta có hiệu điện thế hai đầu mạch là:

$$U = e - rI = U_{CA} + U_{AB}$$

$$U = e - rI = IR_b + (I - I_2)R_1$$

Do đèn sáng bình thường nên:



$$I_2 = I_d = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = 0{,}5A$$

$$\Rightarrow \quad 18 - 1{,}4.I = I.7 + (I - 0{,}5)10$$

$$\Rightarrow \quad I = 1{,}25A$$

$$\Rightarrow \quad U_{AB} = (I - I_2)R_1 = (1{,}25 - 0{,}5)10 = 7{,}5V$$

$$\Rightarrow \quad R_{dx} = \frac{U_{AB}}{I_2} = \frac{7{,}5}{0{,}5} = 15\Omega$$

Mà $R_d = \frac{U_{dm}}{I_d} = \frac{5}{0,5} = 10\Omega \Rightarrow x = R_{dx} - R_d = 15 - 10 = 5\Omega$

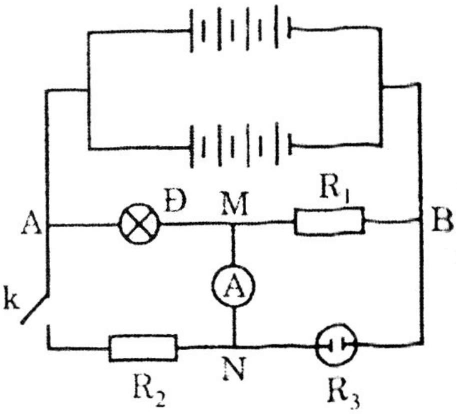
2. Ta có: $m = \frac{1}{F}.\frac{A}{n}.I_1t$

Với $I_1 = I - I_2 = 0,75A$

$$m = \frac{1}{9,65.10^7}.\frac{64}{2}.0,75.86400$$

$$m = 0,02149kg = 21,49g$$

Bài 5: **Cho mạch điện như hình vẽ. Bộ nguồn gồm 8 pin giống nhau, 1 pin có e = 2,25V; r = 1Ω. Đèn Đ ghi 3V - 4,5W; $R_a = R_K \approx 0$; bình điện phân đựng nước pha xút, có các điện cực bằng bạch kim và điện trở là R_3 = 3Ω.**



1. Khi k mở, đèn sáng bình thường. Tính R_1 và số chỉ của ampe kế.

2. Khi k đóng, người ta thấy công suất mạch ngoài cực đại, hãy tính thể tích oxy được giải phóng ở điện cực trong điều kiện tiêu chuẩn trong thời gian 16 phút 5 giây.

Giải

$$e_b = 4e = 4.2,25 = 9V;\ r_b = \frac{4r}{2} = 2r = 2\Omega$$

Khi đèn sáng bình thường $I_d = \frac{P_{dm}}{U_{dm}} = \frac{4,5}{3} = 1,5A$

1. Khi k mở, ta có:

$$I = I_d = \frac{e_b}{R + r_b} \Rightarrow R = \frac{e_b - Ir_b}{I} = \frac{9 - 1,5.2}{1,5} \Rightarrow R = 4\Omega$$

$$\Rightarrow R_{MB} = R - R_d = 4 - 2 = 2\Omega$$

(với $R_d = \frac{U_{dm}}{I_d} = \frac{3}{1,5} = 2\Omega$)

Mà $\frac{1}{R_{MB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_1 = \frac{R_{MB}.R_3}{R_3 - R_{MB}} = \frac{2.3}{3-2} = 6\Omega$

- $U_{MB} = IR_{MB} = 1,5.2 = 3V$

$\Rightarrow$ Ampe kế chỉ $I_a = \dfrac{U_{MB}}{R_3} = \dfrac{3}{3} = 1A$

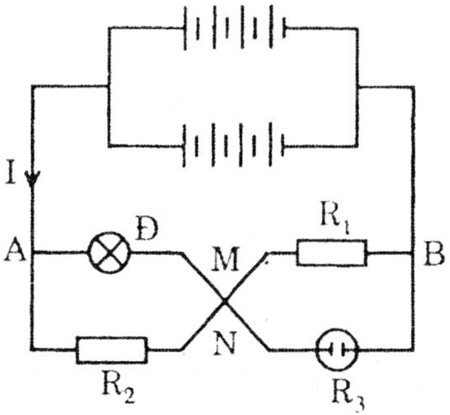
2 Khi k đóng, do $R_a \approx 0$, ta có thể chập $M \equiv N$, ta có mạch sau:

- Để công suất mạch ngoài cực đại thì $R = r_b = 2\Omega$

Mà $R_{MB} = 2\Omega$

$\Rightarrow R_{AM} = R - R_{MB} = 0$

$\Rightarrow R_2 = 0$



- Ta có: $I = \dfrac{e_b}{R + r_b}$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{9}{2+2} = 2{,}25A$$

$$\Rightarrow \quad U_{MB} = IR_{MB} = 2{,}5.2 = 4{,}5V$$

$$\Rightarrow \quad I_3 = \frac{U_{MB}}{R_3} = \frac{4{,}5}{3} = 1{,}5A$$

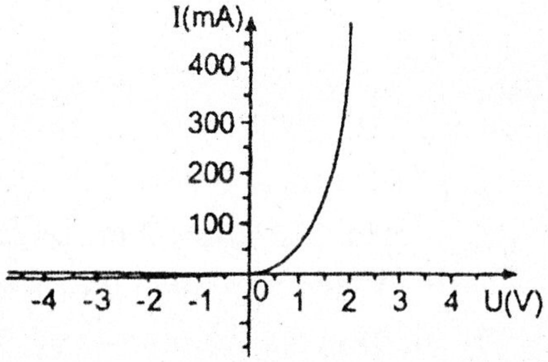
$\Rightarrow$ Khối lượng oxy được giải phóng ở điện cực là:

$$m = \frac{1}{9{,}65 \,.\, 10^7}.\frac{A}{n}I_3t = \frac{1}{9{,}65}.10^{-7}\frac{16}{2}.1{,}5.965$$

$$m = 12.10^{-5}kg = 0{,}12g$$

$\Rightarrow$ Thể tích khí oxy là: $V = \dfrac{0{,}12 \,.\, 22{,}4}{32} = 0{,}048$ lít

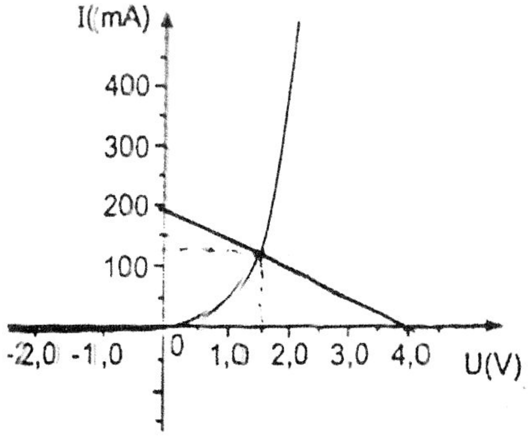
Bài 6: **Trên hình là đặc truyền vôn - ampe của một điôt bán dẫn. Người ta mắc nối tiếp nó với một điện trở R = 20Ω vào một bộ pin có suất điện động $\mathscr{E}$ = 4,0V. Hãy xác định cường độ dòng điện chạy trong mạch. Giả thiết điện trở trong của bộ pin không đáng kể và điôt được phân cực thuận.**



GIẢI

- Ta vẽ đường thẳng tải bằng cách xác định hai điểm đặc biệt:

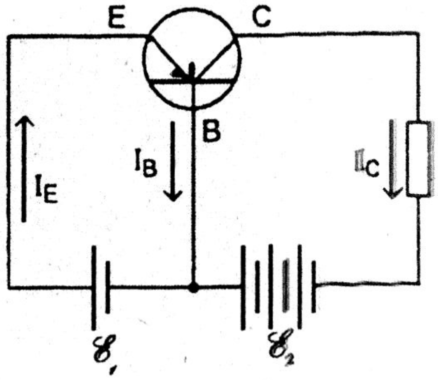
Khi I = 0 , U = 4V = $\mathscr{E}$



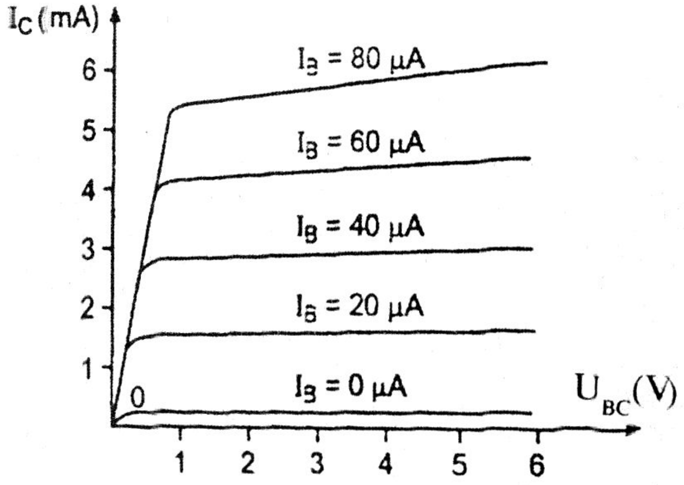
Khi U = 0, $I_{max} = \frac{\mathscr{E}}{R} = 0,2 = 200mA$

- Giao điểm của đường thẳng tải và đặc tuyến vôn-ampe cho ta điểm làm việc của mạch. Tọa độ của điểm làm việc là 1,5V - 125mA

Bài 7: **Một tranzito p-n-p được mắc vào mạch khuếch đại (h.a). Họ đường đặc trưng của tranzito được cho trên hình b.**



(h.a)



(h.b)

Nguồn điện có suất điện động $\mathscr{E}_2$ = 6V. Điện trở tải R = 1,5kΩ.

a. Hỏi khi dòng điện bazơ I_B biến thiên từ 20μA đến 40μA, thì hiệu điện thế ở hai đầu điện trở R biến thiên trong khoảng nào?

b. Hãy xác định hệ số khuếch đại dòng điện của tranzito $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$

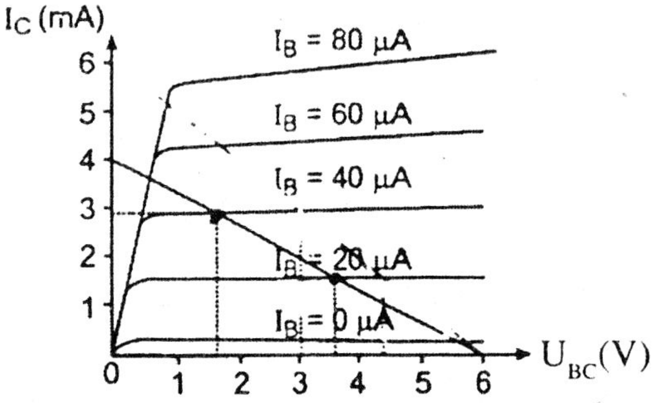
GIẢI

Trước tiên ta vẽ đường thẳng tải ứng với R = 1,5kΩ

- Khi $I_C = 0$, $U_{BC} = \mathscr{E}_2 = 6V$

- khi $U_{BC} = 0$, $I_C = \frac{\mathscr{E}_2}{R} = 4mA$

a. Đường thẳng tải cắt các đường đặc trưng như sau:



- Trên đường $I_B = 40\mu A$ ở điểm ứng với $I_C = 2{,}9mA$, $U_{BC} = 1{,}6V$.
- Trên đường $I_B = 20\mu A$ ở điểm ứng với $I_C = 1{,}7mA$, $U_{BC} = 3{,}6V$

Như vậy, khi I_B biến thiên từ 20 đến 40µA, thì hiệu điện thế trên điện trở tải R biến thiên từ 3,6V đến 1,6V.

b. Hệ số khuếch đại dòng điện là $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{(2{,}9 - 1{,}7)\,.\,10^{-3}}{(40 - 20)\,.\,10^{-6}} = 60$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

Bài 1: Dây dẫn có $\alpha = 10^{-5}K^{-1}$ và có điện trở $R_1 = 10\Omega$ ở 20°C. Điện trở của dây ở nhiệt độ 100°C là bao nhiêu?

ĐS: $R_2 \approx 10{,}08\Omega$

Bài 2: Hai dây dẫn có hệ số nhiệt điện trở α_1, α_2 và ở 0°C có điện trở tương đương là R_{o1}, R_{o2}. Xác định hệ số nhiệt điện trở chung của dây khi chúng mắc:

a. Nối tiếp **b.** Song song

ĐS: *a.* $\alpha = \frac{(R_{o1}\alpha_1 + R_{o2}\alpha_2)}{(R_{o1} + R_{o2})}$

b. $\alpha = \frac{(R_{o2}\alpha_1 + R_{o1}\alpha_2)}{(R_{o1} + R_{o2})}$

Bài 3: Một vật kim loại đem mạ kền có diện tích $S = 150cm^2$. Hãy xác định bề dày h của lớp mạ kền trên mặt vật. Biết dòng điện qua bình điện phân có cường độ I = 2A, thời gian mạ 30 phút; nguyên tử lượng, hóa trị và khối lượng riêng của kền là A = 59; n = 2; $D = 8{,}8.10^3 kg/m^3$.

ĐS: $h = 8{,}3\mu m$

Bài 4: Người ta điện phân dung dịch muối ăn (NaCl) trong bình có vách ngăn với các điện cực bằng bạch kim. Ở catôt người ta thu được 0,4 khí hiđrô ở áp suất 1,2atm, nhiệt độ 27°C.

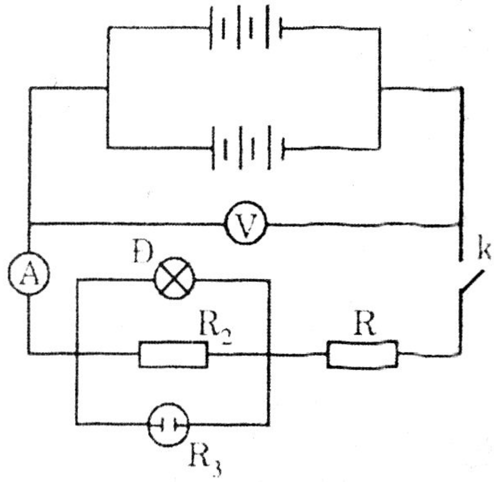
1. Tính công thực hiện của dòng điện. Biết hiệu điện thế ở hai cực bình điện phân là 20V, khí hiđrô có A = 1, n = 1.

2. Tính hiệu suất của điện phân. Biết điện trở của bình là r' = 2Ω và thời gian điện phân là 31 phút 21 giây.

ĐS: *1.* $A = 7{,}527.10^4 J$

2. $H = 80\%$

Bài 5: Bộ nguồn gồm 2 dãy, mỗi dãy có 3 pin, điện trở mỗi pin $r_o = 0{,}5\Omega$. Đèn Đ: 3V - 3W (điện trở R_1); $R_2 = 4\Omega$, bình điện phân đựng dung dịch HCl có điện trở $R_3 = 1\Omega$; ampe kế gồm điện kế có $R_g = 49\Omega$ và sơn có $R_s = 1\Omega$; vôn kế có điện trở rất lớn. Khi k đóng, dòng điện qua ampe kế là 20mA. Khi k mở, vôn kế chỉ 4,5V. Tính:



a. Suất điện động của mỗi pin.

b. Giá trị của R.

c. Số lít Cl_2 được giải phóng ở cực dương của bình điện phân sau 16 phút 5 giây (cho Cl có A = 35,5; n = 1).

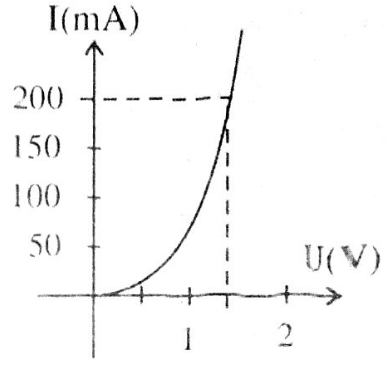
d. Công suất mỗi pin và điện năng tiêu thụ ở mạch ngoài trong thời gian trên. Đèn Đ sáng như thế nào?

ĐS: *a.* $e = 1{,}5V$; *b.* $R = 1{,}57\Omega$; *c.* $33{,}6.10^{-2} l$;

d. 0,75W; 3,618kJ; Đ tối hơn bình thường.

Bài 6: Đặc truyền vôn-ampe của một điôt cho trên hình vẽ. Hãy xác định cường độ dòng điện qua mạch khi mắc điôt nối tiếp với R = 10Ω vào nguồn có $\mathscr{E} = 2V$ (r = 0). Cho điôt phân cực thuận.

ĐS: $I \approx 100mA$



Bài 7: Tranzito p-n-p có đặc tuyến vôn-ampe cho trên hình vẽ. Tranzito mắc vào mạch khuếch đại có nguồn giữa B và C là $\mathscr{E}_2 = 5V$, điện trở tải $R = 1k\Omega$.

a. Khi I_B thay đổi từ $10\mu A$ đến $20\mu A$ thì hiệu điện thế tải biến thiên ra sao?

b. Tính hệ số khuếch đại dòng $\beta = \dfrac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$

ĐS: *a.* khoảng từ 1,5V - 2,9V

b. $\beta \approx 120$

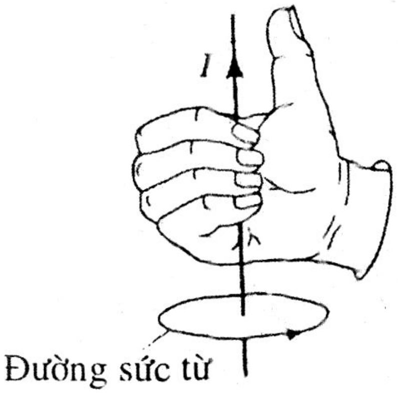
CHƯƠNG IV TỪ TRƯỜNG

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

I. Từ trường của một số dòng điện có dạng đơn giản

1. Từ trường của dòng điện thẳng:

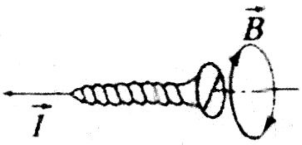
- Các đường sức từ là các đường tròn đồng tâm nằm trong mặt phẳng vuông góc dây dẫn (tâm là giao điểm của dây dẫn và mặt phẳng chứa các đường sức từ).



- Chiều của đường sức từ theo qui tắc bàn tay phải:

  Giơ ngón cái của bàn tay phải hướng theo chiều dòng điện, khum bốn ngón kia xung quanh dây dẫn thì chiều từ cổ tay đến các ngón là chiều của đường sức từ.

  hoặc: "*Đặt cái đinh ốc dọc theo dây dẫn và quay cái đinh ốc sao cho nó tiến theo chiều dòng điện, khi đó chiều quay của cái đinh ốc là chiều của các đường sức từ*".



- *Vectơ cảm ứng từ B tại M có:*

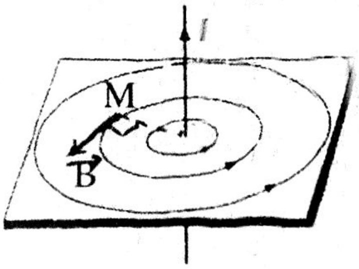
  – Điểm đặt: Tại điểm đang xét (M)

  – Phương: Tiếp tuyến với đường sức từ tại điểm đang xét.

  – Chiều: Theo chiều của đường sức từ.

  – Độ lớn: Tính bằng công thức:

$$\boxed{B = \mu_o.\frac{I}{2\pi R} = 2.10^{-7}.\frac{I}{R}}$$



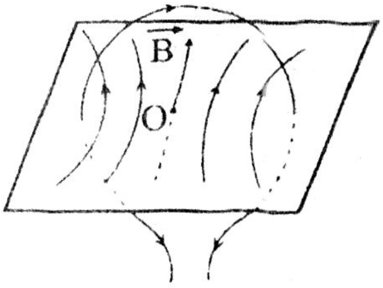
I: Cường độ dòng điện (A)

R: Khoảng cách (m)

B: Cảm ứng từ (T)

với $\mu_o = 4\pi.10^{-7}$H/m

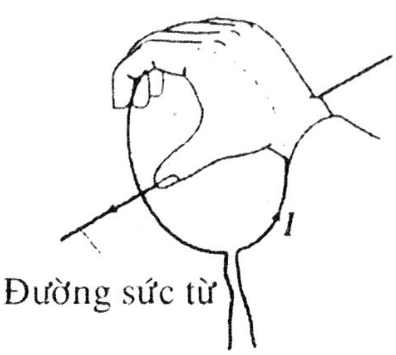
2. Từ trường của dòng điện trong khung dây tròn:



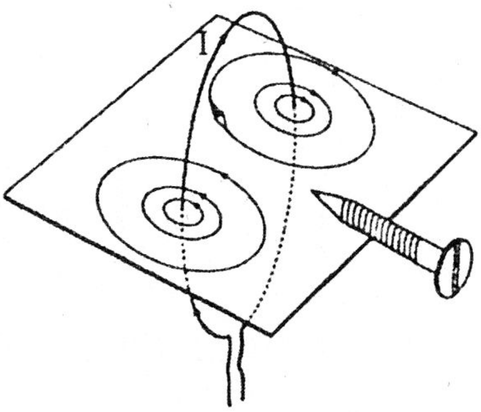
- Dạng của đường sức từ tạo bởi dòng điện trong khung dây tròn được vẽ trên hình.

- Chiều của đường sức từ theo qui tắc bàn tay phải:

  Khum bàn tay phải theo vòng dây của khung sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện trong khung; ngón cái choãi ra chỉ chiều các đường sức từ xuyên qua mặt phẳng dòng điện. (Ta gọi phần mặt phẳng giới hạn bởi dòng điện trong khung dây là mặt phẳng dòng điện hay mặt phẳng khung dây).



  hoặc: *Đặt đinh ốc theo trục qua khung dây. Xoay cái đinh ốc theo chiều dòng điện trong khung dây, thì cái đinh ốc tiến theo chiều của đường sức từ xuyên qua mặt phẳng dòng điện.*

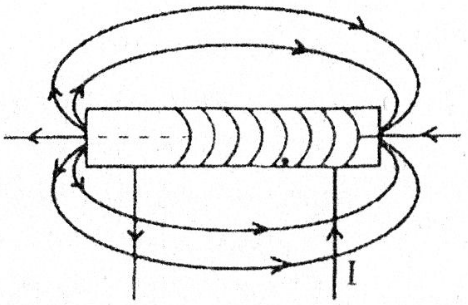


- *Vectơ cảm ứng từ tại tâm khung dây:*
  - Điểm đặt: tại tâm khung dây
  - Phương: vuông góc với mặt phẳng chứa khung dây
  - Chiều: theo chiều đường sức từ
  - Độ lớn: Tính theo công thức:

$$\boxed{B = \mu_o.\frac{I}{2R} = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}}$$

R: Bán kính khung dây (m)

3. Từ trường của dòng điện trong ống dây:



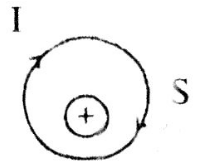
- Dạng các đường sức từ tạo bởi dòng điện trong ống dây được vẽ trên hình.
- Bên trong ống dây, các đường sức song song với trục ống dây và cách đều nhau. Nếu ống dây là đủ dài ($l >> d$, l là chiều dài ống dây, d là đường kính ống dây), thì từ trường bên trong ống dây là từ trường đều.
- Chiều đường sức từ từ bên trong ống dây xác định như trong khung dây.
- *Trong ống dây, từ trường là đều có:*
  - Phương: Song song với trục của ống dây.
  - Chiều: Theo chiều đường sức từ.
  - Độ lớn: Tính theo công thức.

$$\boxed{B = \mu_o.\frac{N}{l}.I = \mu_o nI = 4\pi.10^{-7}nI}$$

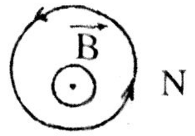
N: Số vòng dây

l: Chiều dài ống dây (m)

n: Số vòng dây trên 1 mét chiều dài $\left(n = \frac{N}{l}\right)$



* *Về phương diện từ, ống dây có hai đầu:*



- Đầu Nam (S): Các đường sức từ đi vào. (Dòng điện chạy trong ống theo chiều kim đồng hồ).
- Đầu Bắc (N): Các đường sức từ đi ra. (Dòng điện chạy trong ống dây ngược chiều kim đồng hồ).

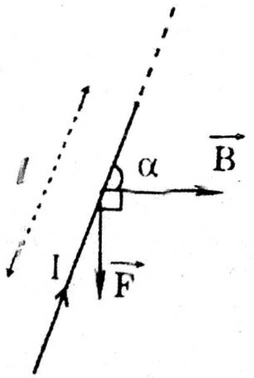
4. Nguyên lí chồng chất từ trường:

Từ trường tổng hợp tại 1 điểm:

$$\boxed{\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \ldots = \sum_{i=1}^{n} \vec{B}_i}$$

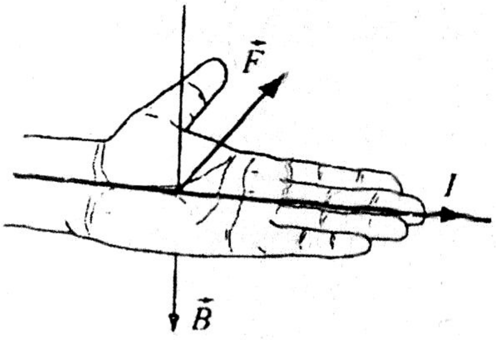
II. Lực từ tác dụng lên dây dẫn có dòng điện

1. Lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều có:



- Điểm đặt: Tại trung điểm của đoạn dây.
- Phương: Vuông góc với mặt phẳng $(\vec{I}, \vec{B})$.
- Chiều: Xác định bởi quy tắc bàn tay trái:

Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ đâm xuyên vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, thì ngón cái choãi ra 90^o chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện.



- Độ lớn của lực từ xác định bằng công thức của định luật Ampere (Am-pe)

$$\boxed{F = BIl\sin\alpha}$$

l: Chiều dài đoạn dây trong từ trường (m)

$$\alpha = (\vec{B}, \vec{I})$$

2. Tương tác giữa hai dòng điện thẳng song song:

- Hai dây dẫn có dòng điện cùng chiều: chúng hút nhau; ngược chều: đẩy nhau.

- Độ lớn của lực tác dụng lên một đoạn dây dài l:

$$\boxed{F = \mu_o.\frac{I_1I_2}{2\pi d}.l = 2.10^{-7}.\frac{I_1I_2}{d}.l}$$

d: Khoảng cách giữa hai dây dẫn (m)

3. Khung dây có dòng điện đặt trong từ trường: Khung dây sẽ bị quay bởi momen ngẫu lực từ.

Mômen của ngẫu lực từ:

$$\boxed{M = IBS\sin\theta}$$

S: Diện tích khung dây (m^2)

$$\theta = (\vec{n}, \vec{B})$$

$\vec{n}$: Vectơ pháp tuyến của khung ($\vec{n}$ theo qui ước: quay cái đinh ốc theo chiều dòng điện trong khung thì chiều tiến của cái đinh ốc là chiều của vectơ $\vec{n}$)

Mômen của ngẫu lực từ làm khung dây quay quanh trục nằm trong mặt phẳng khung.

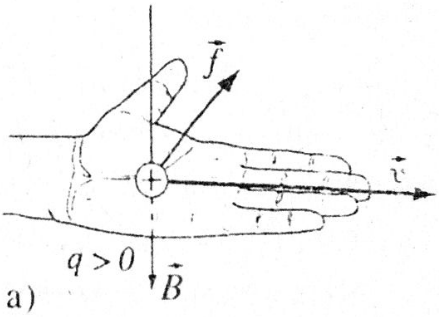
- $M = 0 \Leftrightarrow$ cảm ứng từ $\vec{B} \perp$ mặt phẳng khung.
- $M_{max} = IBS \Leftrightarrow$ cảm ứng từ $\vec{B}$ // mặt phẳng khung.

III. Lực Lo-ren-xơ

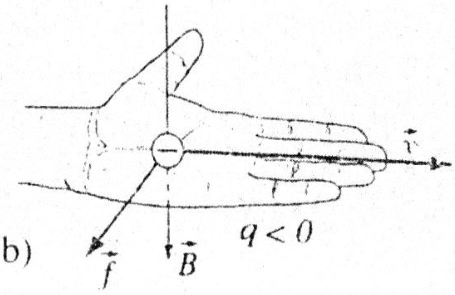
Điện tích chuyển động trong từ trường sẽ chịu tác dụng của lực Lorentz.

Lực Lo-ren-xơ có:

- Phương: Vuông góc với mặt phẳng ($\vec{v}$, $\vec{B}$)
- Chiều: Xác định theo quy tắc bàn tay trái.
  - Nếu $q > 0$: $\vec{f}$ theo chiều ngón tay cái.
  - Nếu $q < 0$: $\vec{f}$ theo chiều ngược lại.



a)



b)

- Độ lớn: $\boxed{f = |q|vB\sin\alpha}$; $\alpha = (\vec{v}, \vec{B})$.

* *Lưu ý:*

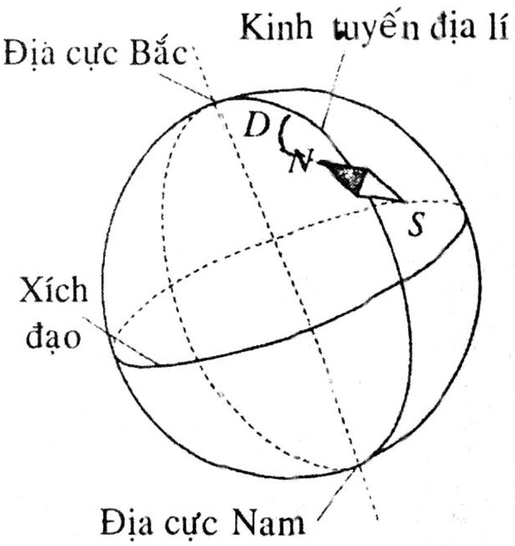
- Nếu $\vec{v} \perp \vec{B}$: Điện tích chuyển động tròn đều trong mặt phẳng chứa $\vec{v}$ và $\perp \vec{B}$ với bán kính quỹ đạo $R = \frac{mv}{|q|B}$.
- Nếu $\vec{v} /\!/ \vec{B}$: Từ trường không tác dụng lực vào điện tích.
- Nếu $\vec{v}$ bất kỳ: Điện tích sẽ chuyển động theo quỹ đạo giống như hình lò xo.

IV. Từ trường Trái Đất

1. Độ từ thiên:

Góc lệch giữa kinh tuyến từ và kinh tuyến địa lí gọi là độ từ thiên (hay góc từ thiên), kí hiệu là *D*.

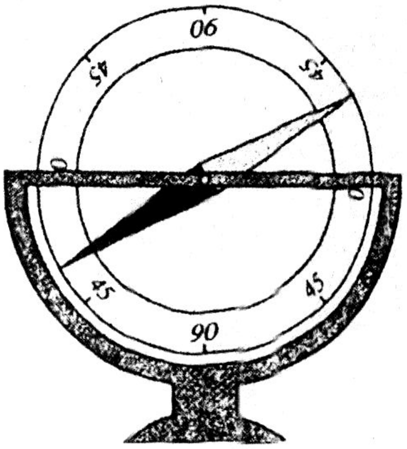
Tùy theo các vị trí khác nhau trên mặt đất mà có nơi thì cực Bắc của kim la bàn lệch sang phía Đông, có nơi lại lệch sang phía Tây. Người ta quy ước độ từ thiên ứng với trường hợp cực Bắc của kim la bàn lệch sang phía Đông là độ từ thiên dương, ngược lại là độ từ thiên âm. Trên hình ta có $D < 0$.



2. Độ từ khuynh:

Góc hợp bởi kim nam châm của la bàn và mặt phẳng nằm ngang gọi là *độ từ khuynh (hay góc từ khuynh), kí hiệu là I.*

- Ở bắc bán cầu, cực Bắc của kim nam châm nằm ở phía dưới mặt phẳng nằm ngang. Người ta quy ước đó là độ từ khuynh dương. Ngược lại ở nam bán cầu, cực Bắc của kim nam châm nằm ở phía trên mặt phẳng nằm ngang, được quy ước là độ từ khuynh âm. Trên hình ta có $I > 0$.



B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: **Một dòng điện 20A chạy trong một dây dẫn thẳng dài đặt trong không khí.**

a. Tính cảm ứng từ tại những điểm cách dây dẫn 10cm.

b. Tìm những điểm tại đó cảm ứng từ lớn gấp đôi, nhỏ bằng nửa giá trị của B tính ở câu a.

GIẢI

a. $B = 2.10^{-7}\dfrac{I}{R} = 4.10^{-5}T$

b. Ta có: $B_1 = 2.10^{-7}\dfrac{I}{R_1}$; mà $B_1 = 2B$ nên $R_1 = \dfrac{R}{2} = 5cm$

Tương tự: $B_2 = \dfrac{B}{2}$ nên $R_2 = 2R = 20cm$

Vậy các điểm có cảm ứng từ gấp đôi và bằng phân nửa B nằm trên các mặt trụ tròn xoay có bán kính 5cm và 20cm; có trục là dây dẫn.

Bài 2: **Một khung dây tròn, bán kính 30cm gồm 10 vòng dây. Cảm ứng từ tại tâm của khung dây $B = 3,14.10^{-5}T$. Xác định cường độ dòng điện qua khung dây.**

GIẢI

Ta có: $B = 2\pi.10^{-7}\dfrac{NI}{B}$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{B\,.\,R}{2\pi\,.\,10^{-7}\,.\,N} = \frac{3,14\,.\,10^{-5}\,.\,0,3}{2\pi\,.\,10^{-7}\,.\,10} = 1,5A$$

Bài 3: **Một dây đồng có đường kính d = 0,8mm được phủ sơn cách điện rất mỏng. Người ta dùng dây này để quấn ống dây có đường kính D = 2cm dài *l* = 40cm. Nếu muốn từ trường trong ống dây có cảm ứng từ $B = 6,28.10^{-3}T$ thì phải đặt ống dây vào hiệu điện thế bao nhiêu?**

Cho điện trở suất của đồng là $\rho = 1,76.10^{-8}\Omega m$; các dây đồng được quấn sát nhau.

GIẢI

Chiều dài của dây đồng:

$$L = \frac{RS}{\rho} = \frac{R\,.\,\pi d^2}{4\rho}$$

Số vòng dây của ống dây:

$$N = \frac{L}{\pi D} = \frac{Rd^2}{4\rho D}$$

Cảm ứng từ trong ống dây:

$$B = 4\pi.10^{-7}\frac{N}{l}I = 4\pi.10^{-7}\frac{Rd^2}{4\rho Dl}I$$

Hiệu điện thế cần đặt vào ống dây:

$$U = RI = \frac{\rho BDl}{\pi\,.\,10^{-7}\,.\,d^2} = 4{,}4V$$

Bài 4: **Hai dây dẫn dài song song nhau nằm cố định trong mặt phẳng P và cách nhau một khoảng d. Dòng điện trong hai dây dẫn có cùng cường độ I.**

Tính cảm ứng từ tại những điểm nằm trong mặt phẳng P và cách đều hai dây dẫn trong hai trường hợp:

a. Dòng điện trong hai dây dẫn cùng chiều.

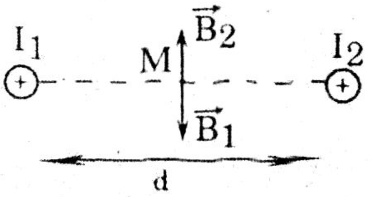
b. Dòng điện trong hai dây dẫn ngược chiều.

Cho I = 10A; d = 8cm. Các dây dẫn đặt trong không khí

Giải

a. Giả sử hai dòng điện vuông góc với mặt phẳng hình vẽ. Cảm ứng từ gây bởi hai dòng điện tại M là:

$$B_1 = B_2 = 2.10^{-7}\frac{I}{d/2}$$

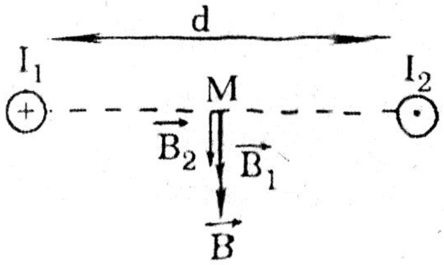


($\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ có hướng được vẽ trên hình)

Từ đó: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0}$ (do $\vec{B}_1 \uparrow\downarrow \vec{B}_2$)

b. Tương tự:

$$B_1 = B_2 = 4.10^{-7}\frac{I}{d}$$

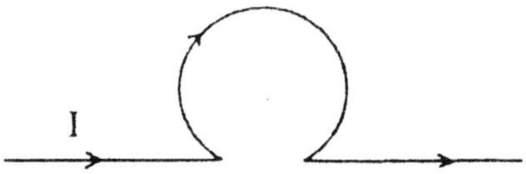


($\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ có hướng trên hình)

Từ đó: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 2\vec{B}_1 = 8.10^{-7}\frac{I}{d} = 10^{-4}T$

Bài 5: **Một sợi dây dẫn rất dài căng thẳng, ở khoảng giữa được uốn thành một vòng tròn như hình. Bán kính vòng tròn R = 6cm.**

Cho cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn I = 3,75A.



Xác định cảm ứng từ tại tâm của vòng tròn.

GIẢI

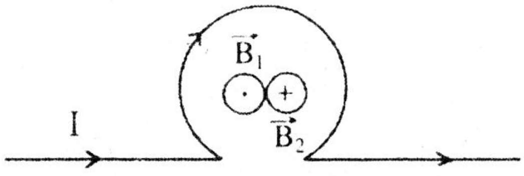
Gọi $\vec{B_1}$, $\vec{B_2}$ là cảm ứng từ gây bởi dòng điện thẳng dài và vòng dây tròn tại tâm vòng dây. Ta có:

$$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I}{R}; \qquad B_2 = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}$$

Do $\vec{B_1} \uparrow\downarrow \vec{B_2}$ (được biểu diễn trên hình) nên ta có:

$$B = B_2 - B_1 = (\pi - 1).2.10^{-7}\frac{I}{R}$$

$$B \approx 2,68.10^{-5}T$$



$\vec{B}$ có hướng của $\vec{B_2}$ (do $B_2 > B_1$) nghĩa là hướng từ ngoài vào trong mặt phẳng hình vẽ.

Bài 6: **Hai dây dẫn thẳng, dài vô hạn trùng với hai trục tọa độ vuông góc xOy. Dòng điện qua dây Ox, Oy lần lượt là I_1 = 2A; I_2 = 5A.**

Hãy xác định:

a. Cảm ứng từ tại điểm A có tọa độ x = 2cm; y = 4cm.

b. Tập hợp các điểm có cảm ứng từ bằng 0.

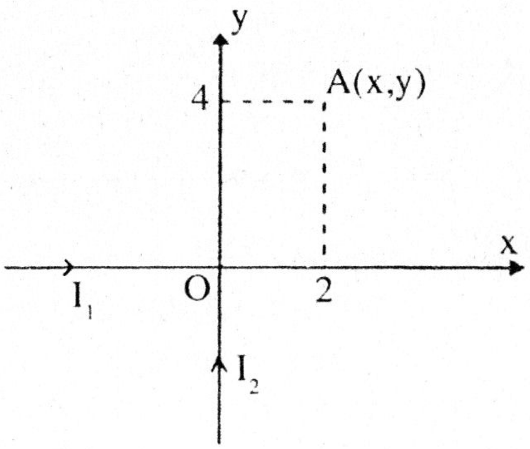
GIẢI

a. Cảm ứng từ do I_1, I_2 gây ra tại A:

$$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{y}; \quad B_2 = 2.10^{-7}\frac{I_2}{x}$$

$\vec{B_1}$ hướng ra, $\vec{B_2}$ hướng vào mặt phẳng hình vẽ.

Mặt khác y = 2x và $I_2 > 2I_1$ nên $B_2 > B_1$, do đó cảm ứng từ tại A có cùng hướng với $\vec{B_2}$ và có độ lớn:



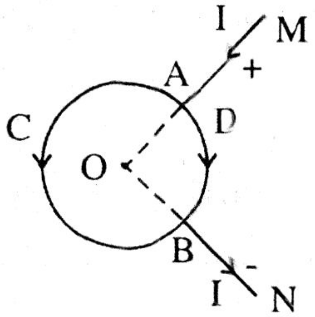
$$B = B_2 - B_1 = 2.10^{-7}\left(\frac{I_2}{x} - \frac{I_1}{y}\right) = 4.10^{-5}T$$

b. Để B = 0, ta có $B_1 = B_2$ hay $\frac{I_1}{y} = \frac{I_2}{x} \Rightarrow y = \frac{I_1}{I_2}x = 0,4x$

Tập hợp các điểm có $\vec{B} = \vec{0}$ là đường thẳng y = 0,4x đi qua gốc tọa độ.

Bài 7: **Một vòng dây hình tròn được nối với hai dây dẫn thẳng dài vô hạn vào nguồn điện như hình vẽ.**

Biết hai đường thẳng AM và BN qua tâm O của vòng dây. Tính cảm ứng từ do dòng điện gây ra tại tâm O của vòng dây.



GIẢI

Gọi I, I_1, I_2 là các dòng điện chạy qua các phần của mạch như hình.

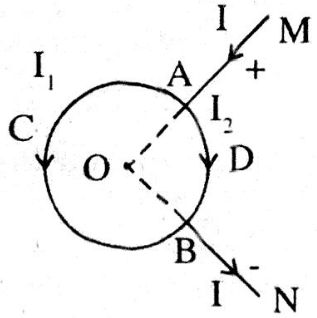
- Do O nằm trên trục của hai dây dẫn thẳng AM và BN nên cảm ứng từ do chúng gây ra tại O là bằng không.
- Gọi $\vec{B_1}$, $\vec{B_2}$ là cảm ứng từ gây bởi cung tròn ACB và ADB tại O, ta có:

$$B_1 = 2\pi.10^{-7}\frac{I_1}{r}\frac{l_1}{2\pi r}$$

r: bán kính vòng dây

l_1: chiều dài cung ACB

Mặt khác: $I_1 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{U_{AB}}{\rho\frac{l_1}{S}} = \frac{U_{AB}.S}{\rho l_1}$



Từ đó: $B_1 = 10^{-7}.\frac{U_{AB}.S}{r^2.\rho}$

Tương tự: $B_2 = B_1 = 10^{-7}.\frac{U_{AB}.S}{r^2.\rho}$

Do $\vec{B_1} \uparrow\downarrow \vec{B_2}$ nên cảm ứng từ tổng hợp tại O là: $B = B_1 - B_2 = 0$

Bài 8: **Ba dây dẫn thẳng, song song dài vô hạn cùng nằm trong một mặt phẳng, hai dây liên tiếp cách nhau một đoạn a = 6cm, cường độ $I_1 = I_2 = I$; $I_3 = 2I$. Dây có I_3 nằm ngoài I_1, I_2 và dòng I_3 ngược chiều I_1, I_2.**

Tìm vị trí các điểm có cảm ứng từ bằng 0.

GIẢI

Xét mặt phẳng vuông góc với 3 dây.

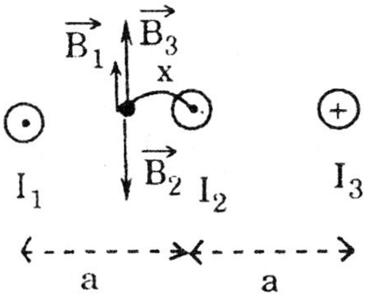
- Nếu điểm đó nằm ngoài I_1 hoặc I_3 thì $\vec{B_1} \uparrow\uparrow \vec{B_2} \uparrow\downarrow \vec{B_3}$ và không có khả năng $\vec{B_1} + \vec{B_2} + \vec{B_3} = \vec{0}$
- Nếu điểm đó nằm giữa I_2 và I_3 thì $\vec{B_1} \uparrow\uparrow \vec{B_2} \uparrow\uparrow \vec{B_3}$ nên $\vec{B_1} + \vec{B_2} + \vec{B_3} \neq \vec{0}$
- Vậy điểm đó phải nằm giữa I_1 và I_2.

Gọi x là khoảng các từ điểm đó đến I_2, ta có:

$$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I}{a - x}$$

$$B_2 = 2.10^{-7}\frac{I}{x}$$

$$B_3 = 2.10^{-7}\frac{2I}{a + x}$$



$\vec{B_1}; \vec{B_2}; \vec{B_3}$ được vẽ trên hình.

Từ đó: $\vec{B_1} + \vec{B_2} + \vec{B_3} = \vec{0}$ hay $B_1 + B_3 = B_2$

$$\Rightarrow \quad \frac{I}{a - x} + \frac{2I}{a + x} = \frac{I}{x}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{3a - x}{a^2 - x^2} = \frac{1}{x} \text{ hay: } x = \frac{a}{3} = 2\text{cm}$$

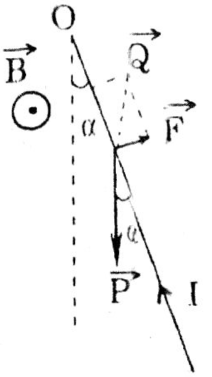
Bài 9: **Cho một đoạn dây dẫn đồng chất có khối lượng m = 10g, dài l = 30m. Đầu trên của đoạn dây được treo vào điểm O và có thể quay tự do xung quanh O. Đầu dưới của đoạn dây chạm vào thủy ngân đựng trong một chiếc chậu. Khi cho dòng điện có cường độ I = 8A chạy qua đoạn dây và đặt toàn bộ đoạn dây trong từ trường đều có phương nằm ngang thì đoạn dây lệch ra khỏi phương thẳng đứng một góc $\alpha = 5^\circ$. Hãy xác định cảm ứng từ B. Lấy $g = 9{,}8\text{m/s}^2$.**

GIẢI

Do đoạn dây đồng chất nên trọng lực P và lực từ cùng đặt vào trung điểm của dây. Thanh cân bằng dưới tác dụng của $\vec{P}, \vec{F}, \vec{Q}$. Ta có:

$$\sin\alpha = \frac{F}{P} = \frac{BIl}{mg}$$

$$\Rightarrow \quad B = \frac{mg\sin\alpha}{Il} \approx 3{,}56.10^{-3}T$$



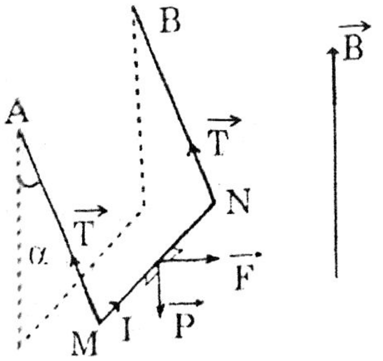
Có thể giải quyết theo qui tắc momen: $M_F = M_P$

$$\Rightarrow \quad F.\frac{l}{2} = P.\frac{l}{2}.\sin\alpha, \text{ từ đó suy ra } F = P\sin\alpha.$$

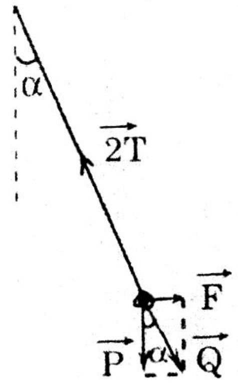
Bài 10: **Đoạn dây dẫn MN có chiều dài l = 20cm, khối lượng m = 10g được treo nằm ngang bằng hai dây mảnh AM, BN.**

Thanh MN đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ thẳng đứng hướng lên với B = 0,5T. Khi cho dòng điện I chạy qua, đoạn dây MN dịch chuyển đến vị trí cân bằng mới, lúc đó hai dây treo AM, BN hợp với phương thẳng đứng một góc α = 30°. Xác định I và lực căng dây treo. Lấy g = 10m/s².

GIẢI



(a)



(b)

Đoạn dây MN chịu tác dụng của $\vec{P}$, $\vec{F}$ và hai lực căng dây $\vec{T}$ như hình a. Do thanh cân bằng, ta có: $\vec{P} + \vec{F} + 2\vec{T} = \vec{0}$

Xét mặt cắt ngang của đoạn dây (h.b) ta có:

$$\text{tg}\alpha = \frac{F}{B} = \frac{BIl}{mg}$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{mg\tan\alpha}{Bl} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0{,}577A$$

$$\text{và} \quad \cos\alpha = \frac{P}{2T}$$

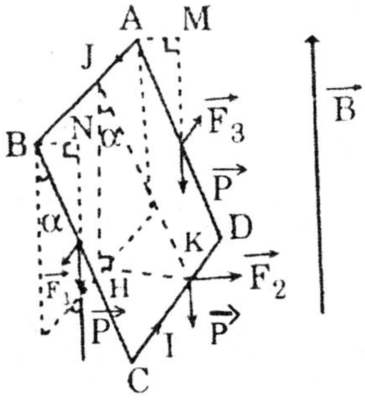
$$\Rightarrow \quad T = \frac{mg}{2\cos\alpha} = \frac{0{,}1}{\sqrt{3}} = 5{,}77.10^{-2}N$$

Bài 11: Khung dây ABCD hình vuông cạnh a có thể quay dễ dàng xung quanh cạnh AB cố định nằm ngang. Khung được đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ có phương thẳng đứng hướng lên. Cho dòng điện I chạy qua khung dây, khi cân bằng mặt phẳng khung hợp với phương thẳng đứng một góc α.

Tính α biết tiết diện dây làm khung là S, có khối lượng riêng D.

GIẢI

Do cạnh AB cố định nên không xét lực tác dụng lên cạnh này. Các cạnh còn lại đều chịu tác dụng của trọng lực $\vec{P}$ (của mỗi cạnh) và lực từ $\vec{F}$ (tương ứng là $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$) như hình vẽ.



Do $F_1 = F_3 = BIa\sin\alpha$ và ngược hướng nhau nên $\vec{F_1} + \vec{F_2} = \vec{0}$. Vậy khung cân bằng dưới tác dụng của ba trọng lực $\vec{P}$ và lực từ $\vec{F_2}$. Áp dụng quy tắc momen ta có:

$$M_{F2} = F_2.JH = F_2.a\cos\alpha = BIa^2\cos\alpha$$

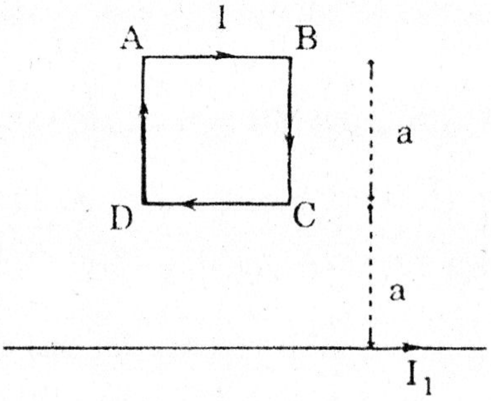
và $$M_P = P.BN + P.HK + P.AM = P.\left(\frac{a}{2}\sin\alpha + a\sin\alpha + \frac{a}{2}\sin\alpha\right)$$

$$= 2Pa\sin\alpha$$

Từ đó $M_{F2} = M_P$ hay: $BIa\cos\alpha = 2mg\sin\alpha$

$$\Rightarrow \quad \text{tg}\alpha = \frac{BIa}{2mg} = \frac{BI}{2DSg}$$

Bài 12: Một khung dây hình vuông a = 10cm có dòng điện I = 1A chạy qua. Khung đặt cạnh một dây dẫn thẳng dài có dòng điện I_1 = 2A cách cạnh gần nhất của khung dây một đoạn a như hình vẽ.



a. Xác định lực từ tổng hợp lên khung dây.

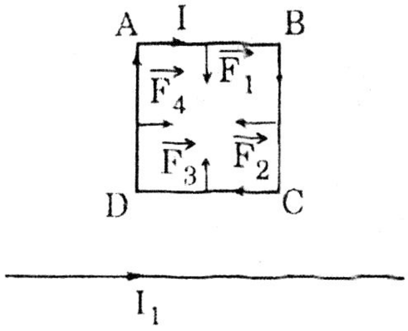
b. Đặt thêm một dây dẫn thẳng dài có dòng điện I_1 cùng nằm trong mặt phẳng khung dây (⊥ dây ban đầu) sao cho đường chéo BD của khung đi qua giao điểm của hai dây này. Xác định lực từ tổng hợp lúc này.

GIẢI

a. Do tính chất đối xứng, cảm ứng từ tạo bởi dòng điện I_1 dọc theo hai cạnh AD và BC là như nhau (giảm dần từ trong ra ngoài). Do đó hai lực này có cùng độ lớn và cùng giá, ngược chiều (nhưng không tại trung điểm của mỗi cạnh).

Gọi $\vec{F_1}, \vec{F_2}, \vec{F_3}, \vec{F_4}$ là lực từ tác dụng lên các cạnh AB, BC, CD, DA của khung ta có:

$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} + \vec{F_4} = \vec{F_1} + \vec{F_3}$$



với $F_3 = B_1 I.a = 2.10^{-7}.\frac{I_1}{a}.I.a$

$F_3 = 2.10^{-7}.I_1.I$

Và $F_1 = B_1 I.a = 2.10^{-7}.\frac{I_1}{2a}.I.a$

$F_1 = 10^{-7}.I_1.I$

Từ đó $F_1 = F_3 - F_1 = 10^{-7}.I_1 I$

$F = 2.10^{-7} N$

Lực $\vec{F}$ cùng hướng với $\vec{F_3}$ (do $F_3 > F_1$)

b. Hoàn toàn tương tự, dây dẫn thứ hai cũng tác dụng lên một lực tổng hợp F' = F vào khung dây và có hướng được vẽ trên hình.

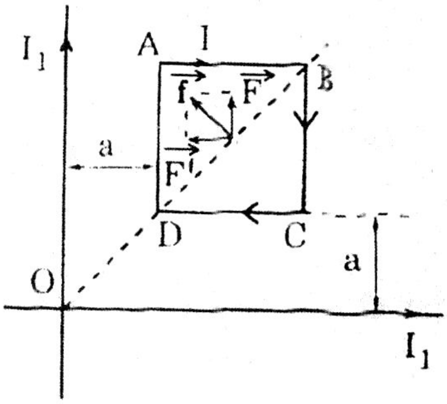
Cuối cùng lực tổng hợp tác dụng lên khung dây:

$$\vec{f} = \vec{F} + \vec{F'}$$

có hướng theo đường chéo AC và có độ lớn.

$$f = F.\sqrt{2} = 2\sqrt{2}.10^{-7} N$$

Nếu dây thứ hai có dòng điện ngược lại thì hợp lực $\vec{f}$ hướng dọc theo đường chéo BD và có cùng độ lớn.



Bài 13: **Khung dây hình chữ nhật diện tích S = 20cm² gồm 50 vòng dây.**

Khung dây đặt thẳng đứng trong từ trường đều có $\vec{B}$ nằm ngang. B = 0,2T. Cho dòng điện I = 1A qua khung. Tính momen lực đặt lên khung khi:

a. $\vec{B}$ song song mặt phẳng khung dây.

b. $\vec{B}$ hợp với mặt phẳng khung một góc φ = 30°.

GIẢI

Momen lực từ đặt lên khung dây được tính bởi công thức:

$$M = NIBS\sin\theta;\ \theta = (\vec{B}, \vec{n})$$

a. Khi $\vec{B}$ song song mặt phẳng khung, lúc đó:

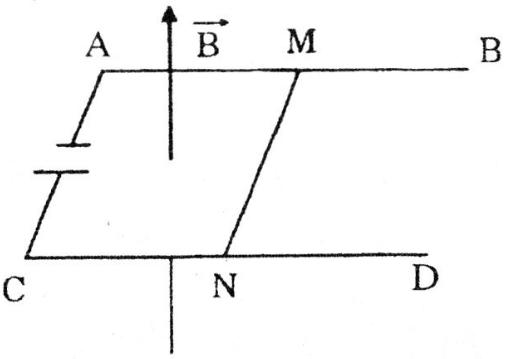
$$\theta = 90^o \text{ và } \sin\theta = 1$$

Từ đó:

$$M_o = NIBS = 2.10^{-2}Nm$$

b. Khi $\vec{B}$ hợp với mặt phẳng khung một góc 30°, lúc đó:

$$\theta = 60^o \text{ và } M = NIBS\sin\alpha = M_o\sin\alpha = \sqrt{3}.10^{-2}Nm.$$



Bài 14: **Hai thanh kim loại AB, CD đặt nằm ngang, song song cách nhau l = 20cm hai đầu thanh được nối với nguồn điện có $\mathscr{E}$ = 12V, r = 1Ω. Thanh MN có điện trở R = 2Ω, khối lượng m = 100g đặt vuông góc với hai thanh AB, CD và có thể trượt trên hai thanh này với hệ số ma sát μ = 0,2. Hệ thống đặt trong từ trường đều thẳng đứng hướng lên với B = 0,4T như hình vẽ. Bỏ qua điện trở các thanh ray.**

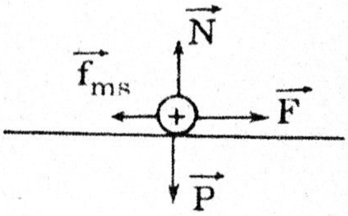
a. Tính gia tốc chuyển động của thanh ray MN. Lấy g =10 m/s^2.

b. Cần phải nâng hai đầu BD của thanh hợp với phương ngang một góc α bằng bao nhiêu để thanh NM trượt xuống hai đầu AC với gia tốc như câu a.

GIẢI

a. Dòng điện qua thanh MN:

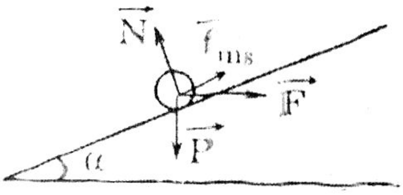
$$I = \frac{\mathscr{E}}{R + r} = 4A$$



Thanh MN chịu tác dụng của lực $\vec{P}, \vec{N}, \vec{F}, \vec{f}_{ms}$ như hình vẽ. Theo định luật 2 Newton ta có:

$$ma = F - f_{ms} = BIl - \mu mg$$

$$\Rightarrow \quad a = \frac{BIl}{m} - \mu g = 1,2m/s^2$$



b. Lúc này, thanh NM chịu tác dụng của các lực được vẽ trên hình.

Theo định luật 2 Newton ta có:

$$m\vec{a} = \vec{P} + \vec{N} + \vec{F} + \vec{f}_{ms}$$

Chiếu phương trình lên phương ⊥ mặt nghiêng:

$$0 = N - p\cos\alpha - F\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \quad N = P\cos\alpha + F\sin\alpha \ ... \qquad (1)$$

Chiếu phương trình lên mặt nghiêng:

$$ma = P\sin\alpha - F\cos\alpha - f_{ms} \qquad (2)$$

với $f_{ms} = \mu N$, kết hợp (1) ta suy ra:

$$f_{ms} = \mu(P\cos\alpha - F\sin\alpha)$$

Thay vào (2) ta được:

$$ma = P\sin\alpha - F\cos\alpha - \mu(P\cos\alpha + F\sin\alpha)$$

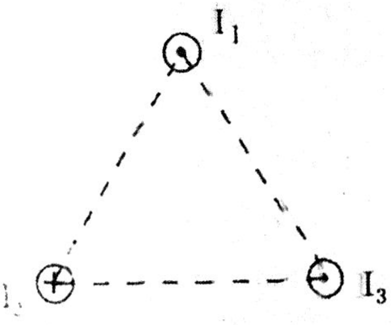
$$ma = P(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) - F(\cos\alpha + \mu\sin\alpha)$$

Đặt $\cos\alpha = x$ và thay các giá trị vào ta suy ra phương trình bậc hai theo x, giải phương trình ta được:

$$x = 0{,}8142 \text{ hay } \cos\alpha = 0{,}8142$$

Từ đó $\alpha = 35{,}49^\circ \approx 35^\circ 30'$

Bài 15: **Cho 3 dây dẫn thẳng dài đặt song song với nhau và có chiều như hình vẽ (3 dây đặt cách đều nhau một đoạn a = 4cm). Cho $I_1 = I_2 = 10A$; $I_3 = 20A$. Tính lực F tác dụng lên 1m dây của dòng I_3.**



GIẢI

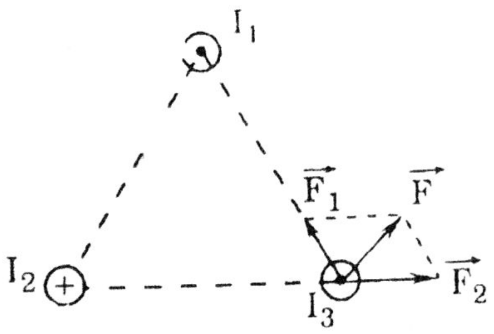
Gọi $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ là lực tác dụng của dây dẫn thứ nhất và thứ hai lên 1 mét (l = 1) dây thứ 3.

$$F_1 = F_2 = 2.10^{-7}.\frac{I_1 I_3}{a}.l \ (do\ I_1 = I_2)$$

$$= 2.10^{-7}.\frac{10.20}{4.10^{-2}}.1 = 10^{-3}N$$

($\vec{F}_1$ là lực hút do I_1 và I_3 cùng chiều; $\vec{F}_2$ là lực đẩy do I_2 và I_3 ngược chiều và được vẽ trên hình).

Lực tác dụng tổng hợp lên dây dẫn I_3:



$$\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$$

được vẽ trên hình.

Do $F_1 = F_2$

và $\vec{F_1}$ hợp với $\vec{F_2}$ 1 góc 120° nên:

$$F = F_1 = F_2 = 10^{-3}N$$

Lực $\vec{F}$ song song mặt phẳng chứa 2 dây dẫn I_1 và I_2.

Bài 16: **Một điện tích có khối lượng $m_1 = 1,60.10^{-27}$kg, có điện tích $q_1 = -e$ chuyển động vào từ trường đều $B = 0,4T$ với vận tốc $v_1 = 10^6$ m/s. Biết $\vec{v} \perp \vec{B}$**

a. Tính bán kính quỹ đạo của điện tích.

b. Một điện tích thư hai có khối lượng $m_2 = 9,60.10^{-27}$kg, điện tích $q_2 = 2e$ khi bay vuông góc vào từ trường trên sẽ có bán kính quỹ đạo gấp 2 lần điện tích thứ nhất. Tính vận tốc của điện tích thứ hai.

Giải

a. Lực Lorentz tác dụng lên điện tích khi $\vec{v} \perp \vec{B}$ đóng vai trò lực hướng tâm làm điện tích chuyển động theo quỹ đạo tròn.

Ta có:

$$F = |q_1|.v_1.B = m_1\frac{v_1^2}{R_1}$$

hay $$R_1 = \frac{m_1v_1}{|q_1|B} = 2,50\text{cm}$$

b. Tương tự:

$$R_2 = \frac{m_2v_2}{|q_2|B}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{m_2v_2}{|q_2|}.\frac{|q_1|}{m_1v_1} = \frac{R_2}{R_1} = 2$$

hay $$v_2 = 2.\frac{|q_2|}{|q_1|}.\frac{m_1}{m_2}.v_1 = \frac{2}{3}v_1 \approx 0,66.10^6 \text{ m/s}$$

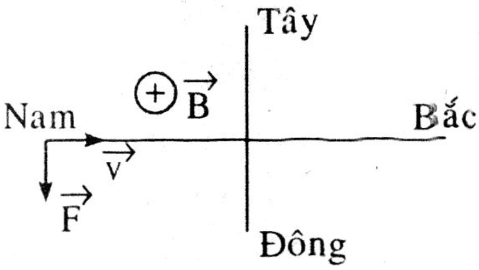
Bài 17: **Một electron trong đèn hình của máy thu hình có năng lượng W = 12keV. Ống được đặt sao cho electron chuyển động nằm ngang theo hướng Nam - Bắc địa lý. Cho biết thành phần thẳng đứng của từ trường Trái Đất có cảm ứng từ B = $5,5.10^{-5}$T và hướng xuống.**

a. Dưới tác dụng của từ trường Trái Đất, electron bị lệch về phía nào? Tính gia tốc a của electron dưới tác dụng của lực từ.

b. Sau khi bay được một đoạn l = 20cm trong ống, tia electron bị lệch đi một khoảng s bằng bao nhiêu? Bỏ qua tác dụng của trọng lực.

GIẢI

a. Từ trường của Trái Đất chỉ có thành phần thẳng đứng tác dụng lên electron. Lực tác dụng ấy làm electron lệch sang hướng Đông (như hình vẽ).



Gia tốc electron thu được:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{evB}{m}$$

Trong đó v được tính từ động năng (năng lượng) của electron:

$$W = \frac{1}{2}mv^2$$

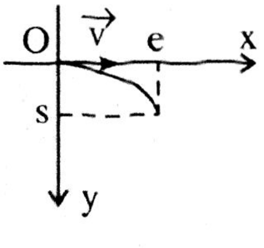
$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2W}{m}} \approx 6,496.10^7 \text{ m/s}$$

Từ đó: $a = \frac{eB}{m}\sqrt{\frac{2W}{m}} = 6,28.10^{14} \text{ m/s}^2$

b. Độ lệch của electron là nhỏ, nghĩa là vận tốc electron có phương thay đổi không đáng kể. Do đó gia tốc chuyển động hầu như không thay đổi hướng và electron xem như chuyển động theo quỹ đạo parabol.

Ta có: $x = vt \Rightarrow t = \frac{x}{v} = \frac{l}{v}$

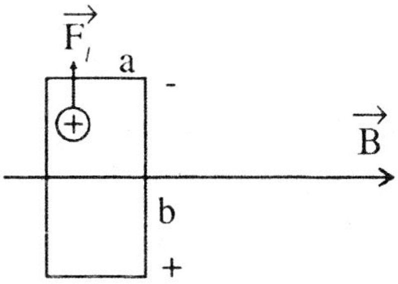
và $y = \frac{1}{2}at^2$, thay t vào ta được:



$$s = \frac{a}{2}\left(\frac{l}{v}\right)^2 = 2,97.10^{-17}\text{m}$$

Bài 18: **Một dòng điện I chạy qua thanh dẫn đồng chất có tiết diện hình chữ nhật (a = 1mm; b = 2mm). Thanh đặt trong từ trường đều có B = 0,2T, $\vec{B} \perp$ b và dòng điện. Cho vận tốc chuyển động của electron là 2.10^{-4} m/s. Tính hiệu điện thế xuất hiện giữa các cạnh của thanh dẫn, cho thời gian đủ lớn.**

GIẢI



Electron chịu tác dụng của lực Lorentz $\vec{F}_l$ có hướng trên hình, có độ lớn F_e = eBv. Dưới tác dụng của lực này, các electron chuyển động đến tích tụ ở mặt trên và hình thành một điện trường giữa mặt trên và dưới. Khi đã ổn định, giữa mặt trên và dưới xuất hiện một hiệu điện thế U. Lúc này lực Lorentz cân bằng với lực điện trường $F_d = eE = e\frac{U}{b}$

Từ đó: $eBv = e\frac{U}{b}$ hay $U = Bvb = 8.10^{-8}$V

Bài 19: **Một electron có một vận tốc $\vec{v}$ đi vào từ trường đều, $\vec{B}$ hợp với $\vec{v}$ 1 góc α.**

a. Electron chuyển động theo quỹ đạo như thế nào? Tính các kích thước về quỹ đạo đó.

b. Tính công của lực từ tác dụng lên electron.

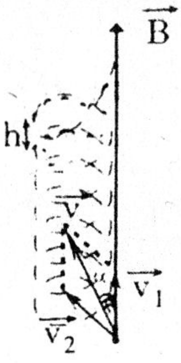
GIẢI

a. Trước tiên ta phân tích vận tốc $\vec{v}$ của electron thành hai phần (hình)

- $\vec{v_1}$ // $\vec{B}$: Lực Lorentz tác dụng vào electron theo phương này bằng 0. Do đó nó chuyển động đến với vận tốc $v_1 = v\cos\alpha$

- $\vec{v_2} \perp \vec{B}$: Thành phần này chịu tác dụng của lực Lorentz làm electron chuyển động tròn đều với bán kính quỹ đạo.

$$R = \frac{mv_2}{eB} = \frac{m.v.\sin\alpha}{eB}$$



- Chu kỳ quay:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{v_2}$$

$$T = \frac{2\pi m}{eB}$$

- Kết quả: electron chuyển động theo quỹ đạo xoắn (có dạng lò xo) với bán kính.

$$R = \frac{mv\sin\alpha}{eB}$$

và bước xoắn $h = v_2.T = \dfrac{2\pi m\,.\,v\cos\alpha}{eB}$

b. Lực Lorentz không sinh công (chỉ có tác dụng làm thay đổi quỹ đạo chuyển động).

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

Bài 1: Hai dây dẫn thẳng dài đặt song song cách nhau 50cm có dòng điện lần lượt là $I_1 = 3A$; $I_2 = 2A$.

Xác định cảm ứng từ tại điểm M cách dòng I_1 30cm, cách dòng I_2 40cm.

ĐS: $B = 2,236.10^{-6}T$

Bài 2: Hai dây dẫn song song dài vô hạn đặt cách nhau $d = 100cm$ trong không khí. Dòng điện qua hai dây này cùng chiều $I_1 = I_2 = I = 2A$. Xác định cảm ứng từ tại điểm.

a. M nằm trong mặt phẳng vuông góc hai dây cách dây thứ nhất 60cm, cách dây thứ hai 40cm.

b. N nằm trong mặt phẳng trên, cách dây thứ nhất 60cm, cách dây thứ hai 80cm.

ĐS: a. $B_M = \frac{1}{3}.10^{-6}T$; *b.* $B_N = \frac{5}{6}.10^{-6}T$

Bài 3: Hai vòng dây tròn, bán kính $R = 5cm$ có tâm trùng nhau đặt vuông góc nhau mang các dòng điện $I_1 = I_2 = \sqrt{2}A$

Xác định cảm ứng từ tại tâm O.

ĐS: $B_o = 8\pi.10^{-6}T \approx 2,513.10^{-5}T$

$\vec{B}_o$ hợp với mặt phẳng một vòng dây một góc 45°

Bài 4: Hai dây dẫn thẳng dài vô hạn đặt song song trong không khí và cách nhau một đoạn là 10cm, hai dòng điện cùng chiều và cùng cường độ chạy qua 2 dây dẫn này. Xác định vectơ cảm ứng từ tại:

a. Điểm M cách đều 2 dây (O_1 và O_2) một đoạn $a = 5cm$.

b. Điểm N với khoảng cách từ N đến (O_1) là 20cm, khoảng cách từ N đến (O_2) là 10cm.

c. Điểm O với khoảng cách từ O đến (O_1) là 8cm, khoảng cách từ O đến (O_2) là 6cm.

Cho $I_1 = I_2 = 2,4A$

ĐS: a. $B_M = 0$

b. $B_N = 7,2.10^{-6}T$

c. $B_O = 10^{-5}T$

Bài 5: Hai dây dẫn thẳng dài đặt song song với nhau và cách nhau một đoạn 2a (đặt trong không khí), hai dòng điện cùng chiều và cường độ $I_1 = I_2 = I = 2A$ chạy qua. Một mặt phẳng nằm ngang (P) cắt hai dây tại 2 điểm A và B. Gọi O là trung điểm của AB và điểm M trên đường trung trực của AB với OM = a = 10cm.

a. Xác định vectơ cảm ứng từ gây ra bởi 2 dây dẫn tại M.

b. Một dây dẫn thứ 3 được đặt ngay tại O và song song với 2 dây ban đầu. Xác định chiều và độ lớn của I_3 để B_M triệt tiêu.

ĐS: a. $B_M = 4.10^{-5}T$

b. $I_3 = I$; I_3 ngược chiều I_1, I_2 và tại trung điểm của AB.

Bài 6: Một ống dây thẳng có chiều dài 20cm gồm 5000 vòng quấn đều sát nhau dọc theo chiều dài ống. Cường độ dòng điện chạy qua ống dây là 0,5A. Tính cảm ứng từ khi ống dây được đặt trong không khí.

ĐS: $B = 1,57.10^{-2}T$

Bài 7: Cho hai dây dẫn thẳng song song dài vô hạn, đặt cách nhau một khoảng 2a = 20cm trong chân không. Hai dòng điện cùng chiều và cùng cường độ I = 10A đi qua hai dây. Một mặt phẳng P vuông góc với hai dây và cắt chúng tại A_1, A_2, M là một điểm trên đường trung trực Ox của A_1A_2. Đặt OM = x.

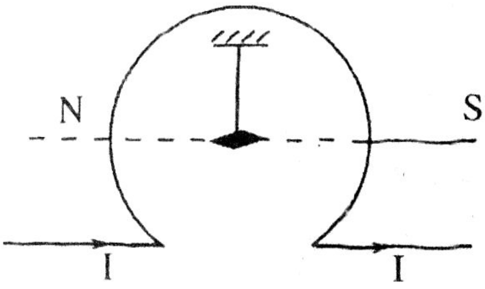
a. Xác định cảm ứng từ tạo bởi hai dòng điện trên tại M. Xét trường hợp x = 20cm.

b. Tìm điểm M_o trên Ox mà tại đó cảm ứng từ là cực đại và tính giá trị cực đại ấy.

ĐS: a. $B = 1,6.10^{-5}T$

b. $B_{max} = 2.10^{-5}T$

Bài 8: Một vòng dây dẫn bán kính R = 20cm nằm trong mặt phẳng thẳng đứng. Ở tâm vòng dây có đặt một kim nam châm nhỏ có thể quay tự do quanh trục thẳng đứng trên mặt chia độ. Ban đầu kim nam châm nằm theo phương Nam Bắc của từ trường Trái Đất, mặt phẳng vòng dây song song với trục kim.



a. Cho dòng điện $I_1 = 4{,}5A$ qua dây, kim nam châm quay một góc $\alpha_1 = 30^\circ$. Tìm cảm ứng từ $B_Đ$ của từ trường trái đất tại nơi làm thí nghiệm.

b. Để lệch một góc $\alpha_2 = 60^\circ$ thì phải cho dòng điện qua vòng dây I_2 là bao nhiêu?

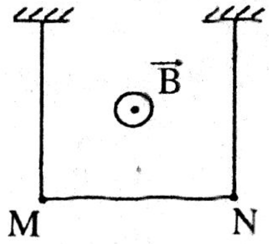
ĐS: a. $B_Đ = 2{,}447.10^{-5}T$

b. $I_2 = 3I_1 = 13{,}5A$

Bài 9: Một thanh đồng có chiều dài l = 5cm và khối lượng 5g, được treo trong vùng có từ trường bởi 2 dây mảnh và nhẹ treo ở 2 đầu thanh. Biết từ trường đã cho là từ trường đều, hướng từ dưới lên và có độ lớn B = 0,5T. Tính góc lệch α của dây treo so với phương thẳng đứng khi cho dòng điện có cường độ I = 2A chạy qua thanh. Lấy g = $10m/s^2$

ĐS: $\alpha = 45^\circ$

Bài 10: Thanh MN khối lượng m = 10g được treo nằm ngang trong từ trường đều B = 0,1T (B có phương nằm ngang, vuông góc thanh MN như hình).



a. Để sức căng dây bằng 0 thì dòng điện qua thanh MN bằng bao nhiêu và theo chiều nào? Cho MN = d = 10cm.

b. Đổi chiều dòng điện thì sức căng dây là bao nhiêu? Cho dây dài l = 20cm.

c. Nếu đổi chiều $\vec{B}$ thẳng đứng, thanh MN bị lệch và dây treo hợp với phương đứng một góc bao nhiêu khi cân bằng?

ĐS: a. I = 10A; chiều từ N ⟶ M

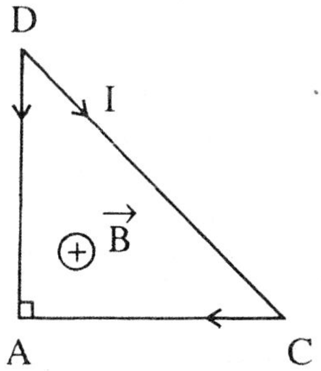
b. T = mg = 0,1N

c. $\alpha = 45^\circ$

Bài 11: Cho một thanh AB có chiều dài $l = 20$cm, khối lượng m = 10g, được treo nằm ngang trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng là chiều thẳng đứng. Hai dây treo mảnh và nhẹ có chiều dài $l = 40$cm. Người ta cho dòng điện có cường độ I qua thanh AB. Quan sát hiện tượng ta thấy thanh bị lệch khỏi vị trí cân bằng ban đầu một góc $\alpha = 30^o$. Cho độ lớn của cảm ứng từ B là 0,14T. Xác định cường độ dòng điện chạy qua thanh AB.

ĐS: $I = 2A$

Bài 12: Một khung dây dẫn có dạng tam giác vuông cân ADC như hình vẽ. Khung dây đặt vào từ trường đều có cảm ứng từ B = 0,1T, $\vec{B} \perp$ mặt phẳng ABC. Cho AD = AC = 20cm, dòng điện qua khung I = 5A theo chiều CADC.



Xác định lực từ tác dụng lên các cạnh của khung dây. Hệ lực này làm khung chuyển động ra sao khi khung tự do? Bỏ qua trọng lượng của khung dây.

ĐS: F = 0; khung cân bằng.

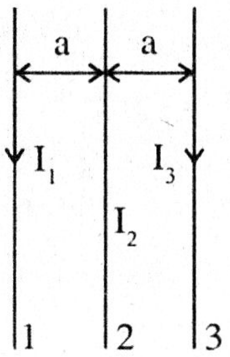
Bài 13: Hai thanh ray nằm ngang và cách nhau một khoảng $l = 20$cm. Một thanh kim loại MN, khối lượng m = 100g đặt lên trên, vuông góc với hai thanh ray. Dòng điện qua thanh MN là I = 5A. Hệ thống đặt trong từ trường đều B thẳng đứng, hướng lên, với B = 0,2T. Thanh ray MN nằm yên.

Xác định hệ số ma sát giữa thanh MN và hai thanh ray.

Lấy $g = 10m/s^2$

ĐS: $k \geqslant \dfrac{BIl}{mg} = 0,2$

Bài 14: Ba dây dẫn thẳng, dài đặt song song trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng có khoảng cách a = 5cm như hình vẽ. Dây một và ba được giữ cố định. Có dòng $I_1 = 2I_3 = 4A$ đi qua như hình vẽ. Dây hai tự do, có dòng $I_2 = 5A$ đi qua. Tìm chiều di chuyển của dây hai và lực tác dụng lên 1 mét dây hai khi nó bắt đầu chuyển động nếu I_2 có chiều:



a. Đi lên

b. Đi xuống

ĐS: a. Sang phải; *b. Sang trái*; $F = 4.10^{-5}$N

Bài 15: Khung dây hình chữ nhật, kích thước AB = a = 10cm, BC = b = 20cm gồm N = 20 vòng có thể quay quanh cạnh AB thẳng đứng. Khung có dòng điện I = 1A đi qua và được đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ nằm ngang $(\vec{B}, \vec{n}) = \alpha = 30^\circ$, B = 0,5T. Xác định momen lực từ đặt lên khung.

ĐS: 0,1Nm

Bài 16: Một điện tích chuyển động trong từ trường đều. Mặt phẳng quỹ đạo của hạt vuông góc với đường sức từ. Nếu điện tích chuyển động với vận tốc $v_1 = 10^6$ m/s thì lực Lorentz tác dụng lên điện tích là $f_1 = 3.10^{-6}$N. Hỏi nếu điện tích chuyển động với vận tốc $v_2 = 2,5.10^6$m/s thì lực f_2 tác dụng lên điện tích là bao nhiêu?

ĐS: $f_2 = 7,5.10^{-6}$N

Bài 17: Một proton bay vào trong từ trường $\vec{B}$ có độ lớn B = 0,5T, với vận tốc ban đầu $v_o = 10^6$ m/s và $\vec{v_o}$ vuông góc với $\vec{B}$.

a. Tính lực Lorenzt tác dụng lên proton.

b. Xác định quỹ đạo của proton trong từ trường.

c. Lực Lorentz có thực hiện được công hay không?

d. Khi ra khỏi vùng từ trường, proton đạt vận tốc là bao nhiêu?

ĐS: *a.* 8.10^{-14}N

b. Tròn đều với bán kính quỹ đạo $R = 1,1.10^6 m$

c. Không sinh công

d. $v = v_o = 10^6$m/s

Bài 18: Một chùm hạt α có vận tốc đầu không đáng kể, được tăng tốc bởi hiệu điện thế $U = 10^6$V. Sau khi tăng tốc, chùm hạt bay vào từ trường đều có cảm ứng từ B = 1,8T. Phương bay của chùm hạt vuông góc với đường cảm ứng từ.

a. Tính vận tốc ban đầu của hạt khi bay vào từ trường.

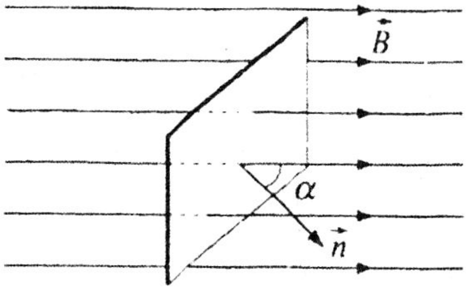
b. Tính lực Lorentz tác dụng lên hạt.

Cho biết $m_\alpha = 6,67.10^{-27}$kg; $q_\alpha = 3,2.10^{-19}$C

ĐS: *a.* $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = 0,98.10^7$m/s; *b.* $5,64.10^{12}$N

CHƯƠNG V CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT



1. Từ thông: Từ thông qua Φ qua diện tích S đặt trong từ trường đều B được tính:

$$\boxed{\Phi = B.S.\cos\alpha}$$

$\alpha = (\vec{B}, \vec{n})$

Φ: Từ thông qua diện tích S (Wb)

2. Hiện tượng cảm ứng điện từ:

- Khi có sự biến đổi từ thông qua mặt giới hạn bởi một mạch kín thì trong mạch xuất hiện suất điện động cảm ứng.
- Hiện tượng xuất hiện suất điện động cảm ứng được gọi là *hiện tượng cảm ứng điện từ.*
- Dòng điện xuất hiện khi có sự biến đổi từ thông qua mạch điện kín gọi là dòng điện cảm ứng.

3. Định luật Lenx:

Dòng điện cảm ứng có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra có tác dụng chống lại nguyên nhân đã sinh ra nó.

4. Định luật Faraday về cảm ứng điện từ:

Độ lớn của suất điện động cảm ứng trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch.

5. Suất điện động cảm ứng:

+ Suất điện động cảm ứng trung bình trong mạch kín có N vòng dây:

$$\boxed{e_c = -N.\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}$$

Dấu (-) biểu thị định luật Lenx

$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$: Tốc độ biến thiên từ thông qua mạch $\left(\frac{Wb}{s}\right)$

+ Suất điện động cảm ứng tức thời tại một thời điểm nào đó

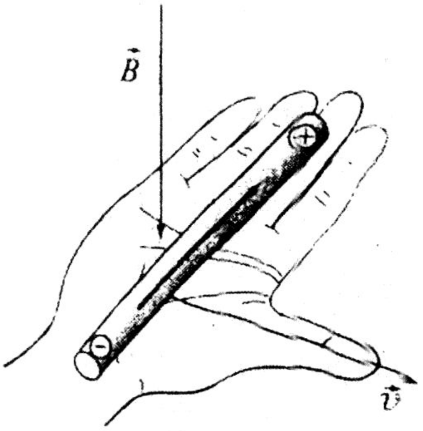
$$\boxed{e_c = -N.\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi'}$$

6. Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong đoạn dây dẫn chuyển động trong từ trường:

– Khi đoạn dây *MN* chuyển động cắt các đường sức từ, thì trong đoạn dây đó xuất hiện suất điện động cảm ứng.

– Chiều của suất điện động cảm ứng tuân theo qui tắc bàn tay phải:

Đặt bàn tay phải hứng các đường sức từ, ngón cái choãi ra 90° hướng theo chiều chuyển động của đoạn dây, khi đó đoạn dây dẫn đóng vai trò như một nguồn điện, chiều từ cổ tay đến bốn ngón tay chỉ chiều từ cực âm sang cực dương của nguồn điện đó.



– Độ lớn của suất điện động cảm ứng được xác định:

$$\boxed{|e_c| = Bvl\sin\theta}$$

$\theta = (\vec{B}, \vec{v})$

7. Suất điện động tự cảm:

– Độ tự cảm (hệ số tự cảm) của ống dây:

$$\boxed{L = \frac{\Phi}{i} = 4\pi.10^{-7}n^2V}$$

n: Số vòng dây trên một đơn vị chiều dài

V: Thể tích của ống dây.

– Suất điện động tự cảm:

$$\boxed{e_{tc} = -\frac{\Delta(Li)}{\Delta t} = -L.\frac{\Delta i}{\Delta t}}$$

8. Năng lượng từ trường:

$$\boxed{W = \frac{1}{2}Li^2}$$

- Đối với ống dây: $\boxed{W = \frac{1}{8\pi}10^7B^2V}$
- Mật độ năng lượng từ trường trong ống dây:

$$\boxed{w = \frac{1}{8\pi}.10^7B^2}$$

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: **Vòng dây có diện tích $S = 100cm^2$ đặt trong từ trường đều $B = 0,1T$ sao cho mặt phẳng khung vuông góc $\vec{B}$.**

a. Xác định từ thông qua vòng dây.

b. Quay khung 1 góc 90^o. Xác định từ thông qua vòng dây lúc này và độ biến thiên từ thông qua vòng dây.

GIẢI

a. Theo công thức tính từ thông ta có:

$$\Phi = B.S.\cos\alpha$$

Khi $\vec{B} \perp$ mặt phẳng khung nghĩa là $\vec{n} \equiv \vec{B}$, do đó $\alpha = 0$ hoặc $\alpha = 180^o$.

- Khi $\alpha = 0$ $\Rightarrow$ $\Phi = BS = 0,1.100.10^{-4} = 10^{-3}Wb$
- Khi $\alpha = 180^o$ $\Rightarrow$ $\Phi = -BS = -10^3Wb$

b. Quay khung 90^o, lúc đó $\alpha = 90^o$ hoặc $\alpha = 270^o$ đều có $\cos\alpha = 0$

Do đó: $\Phi' = 0$

Và độ biến thiên từ thông:

- Khi ban đầu $\alpha = 0$

  $\Delta\Phi = \Phi' - \Phi = -10^3Wb$ (Từ thông giảm)

- Khi ban đầu $\alpha = 180^o$

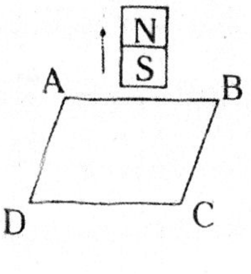
  $\Delta\Phi = \Phi' - \Phi = 10^3Wb$ (Từ thông tăng)

Bài 2: **Tìm chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong các trường hợp sau:**

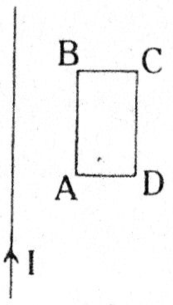
a. Đưa thanh nam châm ra xa khung dây. (h.a)

b. Tăng dòng điện qua dây dẫn. (h.b)

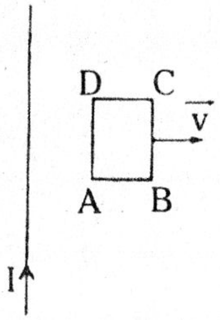
c. Cho khung chuyển động theo chiều $\vec{v}$. (h.c)



(h.a)



(h.b)



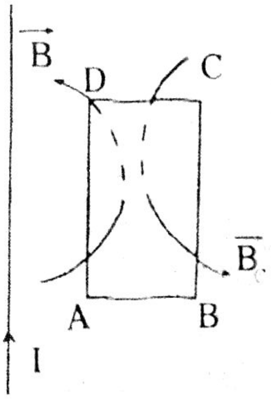
(h.c)

GIẢI

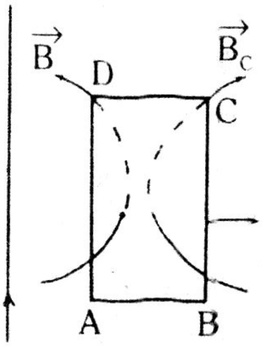
a. Đưa nam châm ra xa khung dây, mặt trên của khung dây sẽ là mặt Bắc (N) để hút nam châm trở lại (theo định luật Lenx). Căn cứ vào điều này ta xác định được dòng điện trong khung đi theo chiều ADCB.

b. Khi tăng dòng điện trong dây dẫn: $\vec{B}$ tăng $\Rightarrow \Phi \uparrow$.

Do đó I_C phải có chiều sao cho $\vec{B_C} \uparrow\downarrow \vec{B}$. Căn cứ vào chiều của $\vec{B_C}$ ta xác định được I_C chạy theo chiều ABCD.



c. Khi khung dây chuyển động ra xa dây dẫn: $\vec{B}$ giảm $\Rightarrow \Phi \downarrow$. Do đó theo định luật Lenx thì $\vec{B_C} \uparrow\uparrow \vec{B}$. Căn cứ chiều của $\vec{B_C}$ ta suy ra dòng điện I_C sẽ đi theo chiều ADCB.



Bài 3: **Một vòng dây đồng có đường kính D = 20cm, tiết diện dây s = 0,5mm^2 đặt vào trong từ trường đều có cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc mặt phẳng vòng dây. Tính tốc độ biến thiên của cảm ứng từ qua vòng dây để dòng điện cảm ứng xuất hiện trong vòng dây là 2A. Cho điện trở suất của đồng $\rho = 1{,}75.10^{-8}\ \Omega m$**

GIẢI

Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây có độ lớn:

$$|e_c| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta(BS)}{\Delta t}\right| = S\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{\pi D^2}{4}.\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|$$

Mặt khác, điện trở vòng dây:

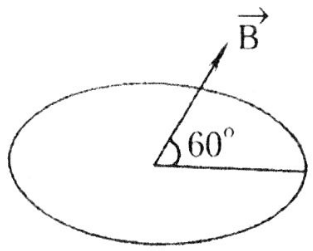
$$R = \rho\frac{l}{s} = \rho\frac{\pi D}{s}$$

Từ đó cường độ dòng điện cảm ứng qua vòng dây:

$$I = \frac{|e_c|}{R} = \frac{D\,.\,s}{4\rho}.\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right|$$

$$\Rightarrow \quad \left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{4\rho I}{Ds} = 1{,}4\text{T/s}$$

Bài 4: Một vòng dây tròn đường kính D = 10cm, điện trở R = 0,1Ω đặt nghiêng một góc 60° với cảm ứng từ $\vec{B}$ của từ trường đều như hình.



Xác định suất điện động cảm ứng, độ lớn và chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong vòng dây nếu trong thời gian Δt = 0,029s.

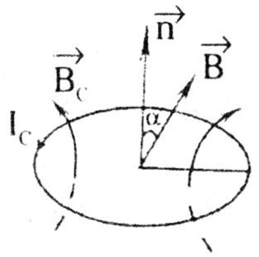
a. Từ trường giảm đều từ B = 0,4T xuống 0.

b. Từ trường tăng đều từ B_1 = 0,1T đến B_2 = 0,5T.

c. Từ trường không đổi B = 0,4T nhưng quay đều vòng dây đến vị trí mà cảm ứng từ $\vec{B}$ trùng với mặt phẳng vòng dây.

GIẢI

a. Theo định luật Lenx, suất điện động cảm ứng có độ lớn:



$$|e_c| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{\Delta(BS\cos\alpha)}{\Delta t}\right|$$

$$= S.\cos\alpha\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = \frac{\pi D^2}{4}\cos\alpha\,\frac{B}{\Delta t}$$

Với $\alpha = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$, ta suy ra:

$$|e_c| = 2{,}5\pi\sqrt{3}.10^{-2} = 0{,}136\text{V}$$

Và cường độ dòng điện qua vòng dây:

$$I_C = \frac{|e_c|}{R} = 1{,}36\text{A}$$

Do Φ giảm nên $\vec{B_C}$ cùng chiều $\vec{B}$. Từ đó ta xác định được chiều của I_C như hình vẽ.

b. Tương tự: $$|e_c| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = S.\cos\alpha\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| = S\cos\alpha\left|\frac{B_2 - B_1}{\Delta t}\right| = 0{,}136\text{V}$$

và $$I_C = \frac{|e_C|}{R} = 1{,}36\text{A}$$

Do Φ tăng nên I_C có chiều ngược lại ở câu a.

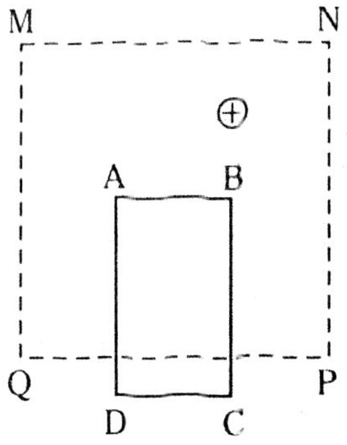
c. $$|e_c| = BS\left|\frac{\Delta\cos\alpha}{\Delta t}\right| = BS.\left|\frac{\cos\alpha_2 - \cos\alpha_1}{\Delta t}\right|$$

với $\alpha_1 = 30^\circ$; $\alpha_2 = 90^\circ$

⇒ $|e_c| = 0{,}136\text{V}$ và $I_C = 1{,}36\text{A}$

Do Φ giảm, nên I_C có chiều như câu a.

Bài 5: **Khung dây ABCD đặt thẳng đứng, một phần khung nằm trong từ trường đều $\vec{B}$ như hình. B = 1T trong khoảng MNPQ, B = 0 ngoài khoảng đó. Cho AB = l = 5cm, khung có điện trở R = 2Ω. Khung di chuyển đều xuống dưới với vận tốc 2m/s. Tính dòng điện cảm ứng qua khung và nhiệt lượng tỏa ra trong khung khi nó di chuyển một đoạn x = 10cm (cạnh AB chưa ra khỏi từ trường).**



GIẢI

Dòng điệm cảm ứng xuất hiện trong khung:

$$I_C = \frac{|e_c|}{R} = \frac{Bvl}{R} = 0{,}05A$$

I_C theo chiều ABCD (áp dụng qui tắc bàn tay phải).

Nhiệt lượng tỏa ra trong khung dây:

$$Q = RI_C^2t = RI_C^2.\frac{x}{v} = 25.10^{-5}J$$

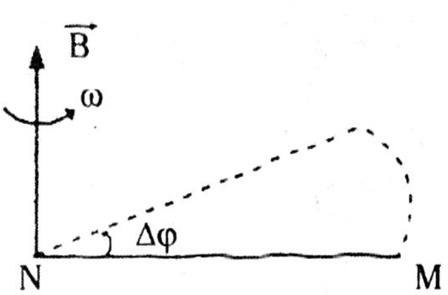
Bài 6: **Một thanh kim loại dài l = 1,2m quay trong từ trường đều có $\vec{B} \perp$ thanh (B = 0,2T). Tìm hiệu điện thế ở hai đầu thanh khi thanh quay quanh trục với tần số góc n = 120 vòng/phút khi:**

a. Trục quay qua một đầu thanh.

b. Trục quay qua một điểm trên thanh, cách một đầu một đoạn Δl = 20cm.

GIẢI

a. Khi trục quay qua một đầu thanh, suất điện động xuất hiện trong thanh khi thanh quay:



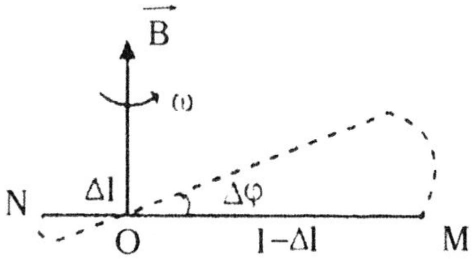
$$|e_c| = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = B\left|\frac{\Delta S}{\Delta t}\right|$$

trong đó: $\Delta S = \frac{1}{2}l^2\Delta\varphi$

$$\Rightarrow \quad |e_c| = \frac{1}{2}Bl^2\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \frac{1}{2}Bl^2\omega = \pi Bl^2n = 1{,}8V$$

Dựa vào qui tắc bàn tay phải ta suy ra U_{MN} = 1,8V

b. Tương tự:



- Đoạn OM xuất hiện suất điện động:

$$e_1 = n\pi B(l - \Delta l)^2$$

và $U_{MO} = e_1$

- Đoạn ON xuất hiện suất điện động:

$$e_2 = n\pi B\Delta l^2 \text{ và } U_{NO} = e_2$$

- Từ đó: $U_{MN} = U_{MO} + U_{ON} = e_1 - e_2 = n\pi B\,(l^2 - 2l\Delta l) = 1{,}2V$

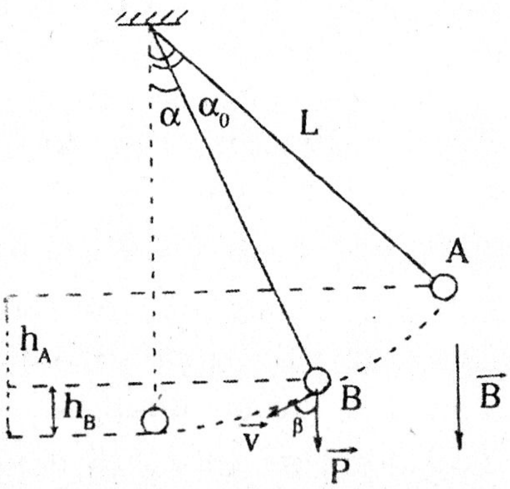
Bài 7: **Một đoạn dây MN dài l = 10cm được treo nằm ngang bằng hai dây dẫn mảnh, nhẹ, thẳng đứng, dài L = 0,9m. Hệ thống được đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ thẳng đứng hướng xuống, B = 0,2T. Kéo lệch dây MN để dây treo hợp với phương đứng một góc $\alpha_o = 60^o$ rồi buông ra.**

a. Tìm biểu thức suất điện động cảm ứng xuất hiện trong dây MN khi dây treo lệch một góc α với phương đứng.

b. Tìm giá trị suất điện động cực đại. Bỏ qua sức cản của không khí, lấy g = $10m/s^2$.

GIẢI

a. Đoạn dây MN chuyển động có cơ năng bảo toàn. Xét vị trí A ($\alpha_o = 60^o$) và B (α). Theo định luật bảo toàn cơ năng ta có:



$$mgh_B + \frac{1}{2}mv^2 = mgh_A$$

(lấy gốc thế năng tại vị trí thấp nhất)

$$\Rightarrow \quad mgL(1 - \cos\alpha) + \frac{1}{2}mv^2 = mgL(1 - \cos\alpha_o)$$

$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{2gL(\cos\alpha - \cos\alpha_o)}$$

Suất điện động cảm ứng xuất hiện trên dây MN tại vị trí dây treo lệch một góc α với phương đứng:

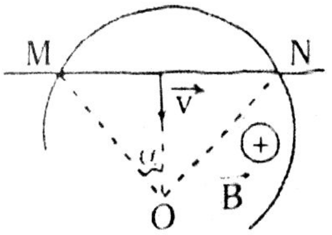
$$|e_c| = Bvl\sin\beta = Bvl\sin(90^o - \alpha) = Bvl\cos\alpha$$

$$\Rightarrow \quad |e_c| = Bl\sqrt{2gL(\cos\alpha - \cos\alpha_o)}.\cos\alpha$$

b. $|e_{c\,max}|$ khi cosα = 1 hay α = 0 (dây treo thẳng đứng)

$$\Rightarrow \quad |e_{c\,max}| = Bl\sqrt{2gL(1 - \cos\alpha_o)} = 0{,}06V$$

Bài 8: **Vòng dây tròn, bán kính a, điện trở 1 đơn vị chiều dài r. Một thanh dẫn cùng loại trượt trên vòng tròn với vận tốc $\vec{v}$. Hệ thống đặt trong từ trường đều, $\vec{B} \perp$ mặt phẳng vòng dây như hình. Tính dòng điện qua khung theo góc α. Bỏ qua điện trở tiếp xúc tại M, N.**



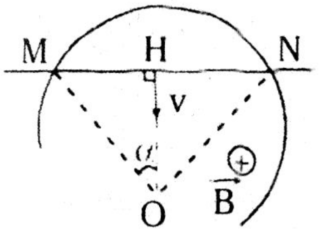
GIẢI

Suất điện động xuất hiện trên thanh MN tại thời điểm khảo sát:

$$|e_c| = BvMN = Bv2a.\sin\alpha$$

Điện trở khung dây lúc này:

$$R = (MN + \overset{\frown}{MN})r = (2a\sin\alpha + 2a\alpha)r$$

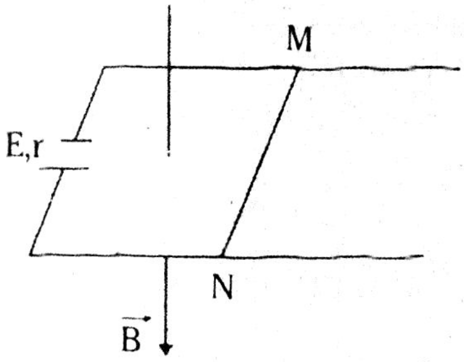


Từ đó, dòng điện qua khung:

$$I = \frac{|e_c|}{R} = \frac{Bv\sin\alpha}{(\sin\alpha + \alpha)r}$$

I có chiều từ M đến N.

Bài 9: **Cho mạch điện như hình vẽ, E = 1,2V, r = 1Ω, MN = l = 40cm; R_{MN} = 3Ω; $\vec{B}$ vuông góc với khung dây, B = 0,4T. Bỏ qua điện trở các phần còn lại của khung dây. Thanh MN có thể trượt không ma sát trên hai thanh ray.**



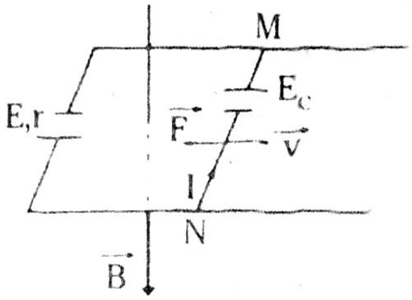
a. Thanh MN chuyển động đều sang phải với vận tốc v = 2m/s. Tìm dòng điện qua mạch và lực từ tác dụng vào thanh MN.

b. Để không có dòng điện qua mạch, MN phải chuyển động theo hướng nào? Với vận tốc bao nhiêu?

GIẢI

a. Khi thanh MN chuyển động sang phải, suất điện động cảm ứng xuất hiện trong thanh có chiều như hình vẽ và có độ lớn:

$$|E_C| = Bvl = 0{,}32V$$



Cường độ dòng điện qua mạch: $I = \dfrac{E + |E_C|}{r + R_{MN}} = 0{,}38A$

Lực từ tác dụng lên MN có hướng được vẽ trên hình và có độ lớn:

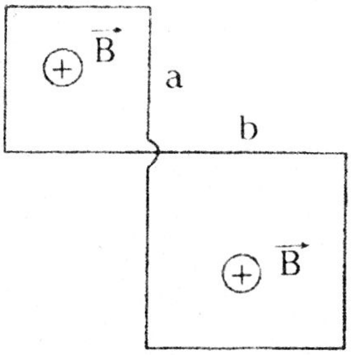
$$F = BIl = 0{,}06N$$

b. Để không có dòng điện qua mạch, E_C phải mắc xung đối với E. Nghĩa là thanh MN phải chuyển động sang trái.

Mặt khác: $|E_C| = E = Bvl \Rightarrow v = \dfrac{E}{Bl} = 7{,}5m/s$

Thanh MN chuyển động sang trái với vận tốc 7,5m/s.

Bài 10: **Một dây dẫn được uốn thành mạch điện thẳng có dạng hai hình vuông cạnh a = 10cm, b = 20cm như hình vẽ. Mạch đặt trong từ trường đều có $\vec{B} \perp$ mặt phẳng hai khung, $B = 3{,}6.10^{-2}T$. Cho dây dẫn có tiết diện $1mm^2$, điện trở suất $\rho = 1{,}5.10^{-6}\Omega m$.**



a. Người ta cho từ trường giảm đều xuống 0 trong thời gian $\Delta t = 10^{-2}s$. Tính dòng điện chạy qua mạch.

b. Giữ nguyên từ trường, mở khung cạnh b bằng cách xoay ngược lại, sau đó giãn khung ra thành hình vuông với cùng thời gian. Tính dòng điện qua mạch lúc này.

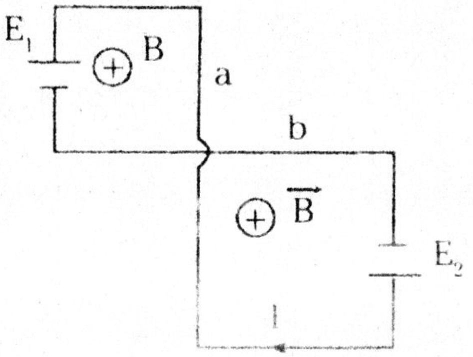
GIẢI

a. Do $\vec{B}$ giảm nên trong mỗi khung dây xuất hiện một suất điện động có chiều được vẽ trên hình.

với $$|E_1| = \left|\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t}\right| = \frac{BS_1}{\Delta t} = \frac{Ba^2}{\Delta t} = 3{,}6.10^{-2}V$$

$$|E_2| = \left|\frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t}\right| = \frac{BS_2}{\Delta t} = \frac{Bb^2}{\Delta t} = 14{,}4.10^{-2}V$$

Hai suất điện động này ngược chiều nhau nên dòng điện qua khung là:



$$I = \frac{|E_2| - |E_1|}{R}$$

với $$R = \rho\frac{(a + b)4}{S} = 1{,}8\Omega$$

$$\Rightarrow \quad I = \frac{|E_2| - |E_1|}{R} = 6.10^{-2}A = 60mA$$

b. Khi giữ $\vec{B}$ không đổi.

Từ thông qua mạch lúc đầu:

$$\Phi_o = \Phi_1 + \Phi_2 = Ba^2 - Bb^2 = B(a^2 - b^2)$$

(do khung dây cạnh b ngược lại với khung cạnh a)

Sau khi quay khung cạnh b một góc 180°, từ thông qua mạch là:

$$\Phi_o = \Phi_1 + \Phi_2 = Ba^2 - Bb^2 = B(a^2 - b^2)$$

Sau đó dãn vòng dây thành khung có cạnh (a + b) từ thông qua mạch lúc này:

$$\Phi' = B(a + b)^2$$

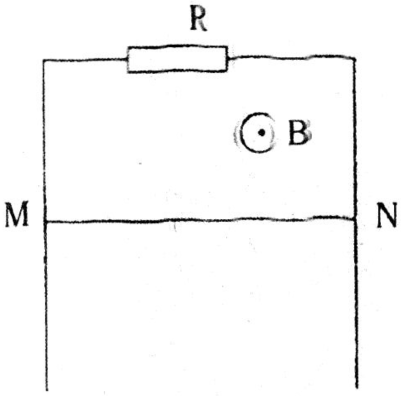
Độ biến thiên từ thông: $\Delta\Phi = \Phi - \Phi_o = 2Bb(b + a)$

Suất điện động xuất hiện trong khung:

$$|E| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{2Bb(b+a)}{\Delta t} = 0{,}432V$$

và dòng điện qua mạch: $I = \dfrac{|E|}{R} = 0{,}24A$

Bài 11: **Hai thanh kim loại thẳng đứng, điện trở không đáng kể, hai đầu nối nhau bằng điện trở R. Một thanh kim loại MN = *l*, khối lượng m được thả cho trượt không ma sát trên hai thanh đứng xuống dưới và luôn luôn nằm ngang. Hệ thống đặt trong từ trường đều có $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng khung như hình vẽ. Bỏ qua sức cản không khí.**

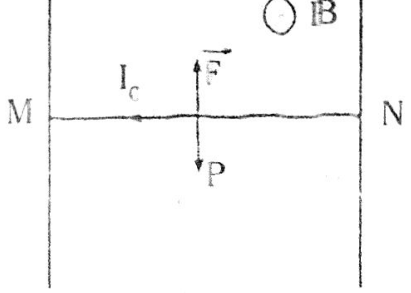


a. Tính vận tốc cực đại của thanh MN. Cho hai thanh thẳng đứng đủ dài.

b. Tính như câu a trong trường hợp hai thanh đứng bây giờ hợp với phương ngang một góc α.

GIẢI

a. Ban đầu thanh MN rơi tự do dưới tác dụng của trọng lực $\vec{P}$. Do MN chuyển động trong từ trường nên trong thanh xuất hiện suất điện động cảm ứng, sinh ra dòng điện cảm ứng có chiều như hình vẽ. Thanh MN có dòng điện nên lực từ tác dụng vào thanh ngược hướng với $\vec{P}$ (các lực từ tác dụng vào các cạnh còn lại ta không xét đến).



Do đó gia tốc thanh MN giảm dần. Vậy chuyển động của thanh MN là nhanh dần và gia tốc giảm dần (do F ngày càng tăng).

Đến khi thanh chuyển động đều (F = P) thì vận tốc đạt được của thanh là cực đại.

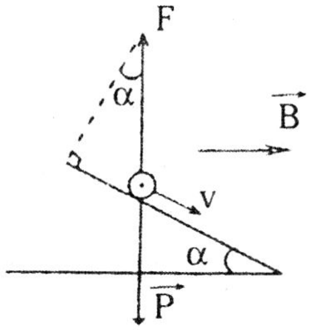
Ta có: $E_C = Bv_{max}l$ $\qquad F = BI_Cl = B\dfrac{E_C}{R}l = \dfrac{B^2l^2v_{max}}{R}$

mà $F = P = mg \quad \Rightarrow \quad v_{max} = \dfrac{mgR}{B^2l^2}$

b. Hoàn toàn tương tự, suất điện động cảm ứng xuất hiện khi thanh MN chuyển động đều.

$$|E_C| = Bv_{max}l\sin\alpha$$

$$\Rightarrow \quad F = B\frac{|E_C|}{R}l = \frac{B^2l^2v_{max}}{R}\sin\alpha$$



Lúc này ta có:

$$P\sin\alpha = F\sin\alpha \text{ hay } P = F.$$

Từ đó: $v_{max} = \dfrac{mgR}{B^2l^2\sin\alpha}$

* Có thể giải bài toán bằng phương pháp năng lượng.

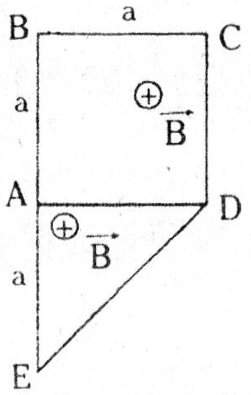
Xét thanh MN trong giai đoạn chuyển động đều và đi được quãng đường h. Lúc này, công của trọng lực bằng công của dòng điện trong mạch.

Ta có: $mgh = RI_C^2t = R\left(\dfrac{Bv_{max}l}{R}\right)^2t$

mà: $\dfrac{h}{t} = v_{max}$ nên: $v_{max} = \dfrac{mgR}{B^2l^2}$

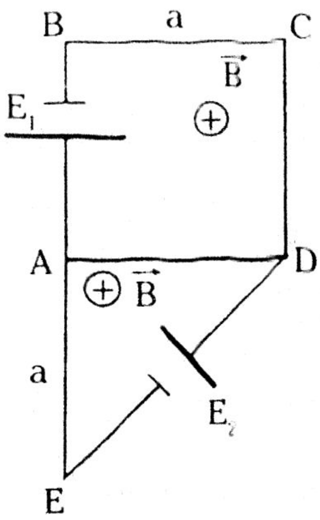
(câu b giải hoàn toàn tương tự)

Bài 12: **Cho khung dây dẫn có kích thước như hình, điện trở một đơn vị chiều dài là $R_o = 1\Omega/m$. Khung đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ vuông góc mặt phẳng khung. Cho $\vec{B}$ tăng theo quy luật $B = kt$ ($k = 10$ T/s). Tính cường độ dòng điện qua các đoạn của khung. Cho $a = 50$cm, $\sqrt{2} = 1,4$.**



GIẢI

Khi $\vec{B}$ thay đổi (tăng), suất điện động cảm ứng xuất hiện ở hai khung dây:



$$|E_1| = \left|\frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t}\right| = kS_1 = ka^2 = 2,5V$$

$$|E_2| = \left|\frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t}\right| = kS_2 = \frac{1}{2}ka^2 = 1,25V$$

E_1, E_2 có chiều được vẽ trên hình.

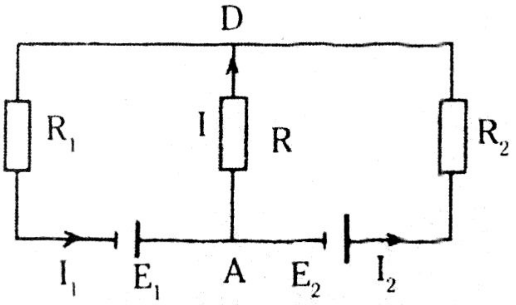
Gọi $R_1 = R_{ABCD} = 3aR_o = 1,5\Omega$

$R_2 = R_{AED} = (a + a\sqrt{2})R_o = 1,2\Omega$

$R = R_{AD} = aR_o = 0,3\Omega$

Mạch điện có thể vẽ lại như hình.

Gọi I_1, I_2, I là dòng điện qua các đoạn mạch, ta có:



$$I = \frac{U_{AD}}{R} \quad (1)$$

$$I_1 = \frac{|E_1| - U_{AD}}{R_1} \quad (2)$$

$$I_2 = \frac{|E_2| + U_{AD}}{R_2} \quad (3)$$

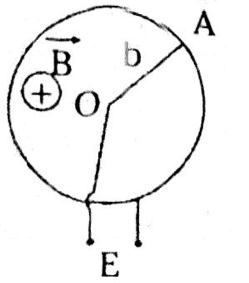
Mặt khác $I_1 = I + I_2$, từ (1), (2), (3) suy ra:

$$\frac{|E_1|}{R_1} - \frac{U_{AD}}{R_1} = \frac{U_{AD}}{R} + \frac{|E_2|}{R_2} + \frac{U_{AD}}{R_2} \Rightarrow U_{AD} = \frac{\left(\frac{|E_1|}{R_1} - \frac{|E_2|}{R_2}\right)}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R}\right)} = 0,178V$$

(1) $\Rightarrow$ $I = 0,356A$ (2) $\Rightarrow$ $I_1 = 1,548A$

(3) $\Rightarrow$ $I_2 = 1,190A$

Bài 13: **Thanh kim loại khối lượng m, quay không ma sát quanh O và trượt không ma sát trên một vòng dây kim loại bán kính b. Hệ thống đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ ⊥ mặt phẳng vòng dây. Trục và vòng dây nối với nguồn có suất điện động E.**

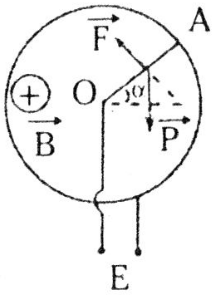


a. Tìm quy luật của dòng điện i để thanh quay đều với vận tốc góc ω.

b. Suất điện động E của nguồn cần để duy trì dòng điện trên. Cho điện trở toàn phần của mạch là R và không đổi.

GIẢI

a. Xét thanh ở vị trí hợp với phương ngang một góc α như hình, khi thanh quay đều, ta có:



$$\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$$

hay $P\cos\alpha = F = Bib$

Từ đó: $i = \dfrac{mg}{Bb}\cos\omega t$

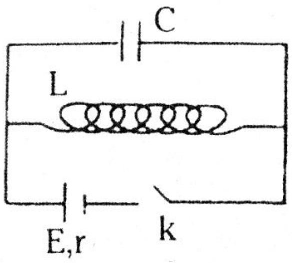
b. Theo định luật Ohm cho toàn mạch ta có:

$$E = |E_C| + Ri;\ \text{trong đó: } |E_C| = \frac{1}{2}Bb^2\omega$$

Từ đó: $E = \dfrac{1}{2}Bb^2\omega + R\dfrac{mg}{Bb}\cos\omega t$

Bài 14: **Cuộn dây có hệ số tự cảm L, điện trở không đáng kể mắc với tụ điện có điện dung C như hình vẽ.**

Khi k đóng lại và dòng điện qua mạch đã ổn định. Tìm hiệu điện thế cực đại ở hai đầu tụ C sau khi k mở. Cho nguồn có (E, r).



GIẢI

Khi đã ổn định, dòng điện qua L là: $I = \dfrac{E}{r}$ hiệu điện thế hai đầu tụ C bằng 0.

Do đó năng lượng ban đầu trong mạch là năng lượng từ trường trong cuộn dây.

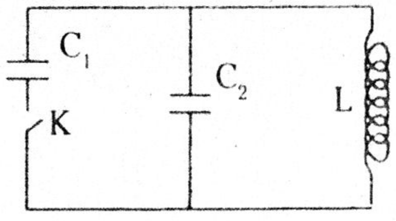
$$W_o = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}L\frac{E^2}{r^2}$$

Sau khi mở k, năng lượng từ trường chuyển sang năng lượng điện trường trong tụ C. Tại một thời điểm ta có:

$$W = W_d + W_t = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{1}{2}CU^2 = W_o$$

Khi i = 0 thì U_{max}, lúc đó: $\dfrac{1}{2}CU^2_{max} = \dfrac{1}{2}L\dfrac{E^2}{r^2} \Rightarrow U_{max} = \dfrac{E}{r}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$

Bài 15: **Cho mạch điện như hình vẽ. Ban đầu tụ C_1 được tích điện đến hiệu điện thế U và k mở. Tụ C_2 không tích điện. Tìm dòng điện cực đại qua cuộn dây L sau khi đóng khóa k. Cho $C_1 = C_2 = C$, bỏ qua điện trở của cuộn dây.**



GIẢI

Năng lượng ban đầu của mạch: $W_o = \frac{1}{2}CU^2$ (1)

Sau khi đóng k, do hai tụ ghép song song nên có sự phân bố lại điện tích. Dễ thấy: $Q_1 = Q_2 = \frac{Q}{2}$

Năng lượng mỗi tụ lúc này:

$$W_1 = W_2 = \frac{1}{2}\frac{\left(\frac{Q}{2}\right)^2}{C} = \frac{1}{8}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{8}CU^2$$

$$W_1 = W_2 = \frac{1}{4}W_o$$

Năng lượng lúc này của bộ tụ:

$$W = 2W_1 = \frac{1}{2}W_o = \frac{1}{4}CU^2 \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) ta thấy $|\Delta W| = \frac{1}{2}W_o = \frac{1}{4}CU^2$ là phần năng lượng đã mất đi do biến thành nội năng.

Tại một thời điểm bất kỳ:

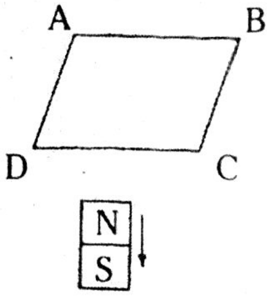
$$W' = 2\frac{1}{2}U'^2 + \frac{1}{2}Li^2 = W = \frac{1}{4}CU^2$$

Để i_{max} thì U' = 0, lúc đó ta có:

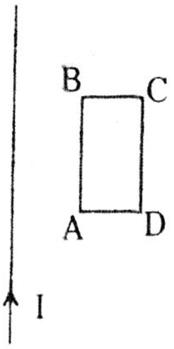
$$\frac{1}{4}CU^2 = \frac{1}{2}LI^2_{max} \quad \Rightarrow \quad I_{max} = U\sqrt{\frac{C}{2L}}$$

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

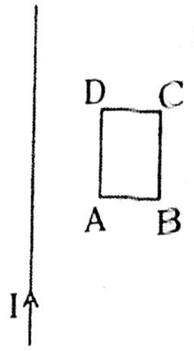
Bài 1: Xác định chiều dòng điện cảm ứng trong khung dây ABCD trong các trường hợp:



(h.a)



(h.b)



(h.c)

a. (h.a): Đưa nam châm ra xa

b. (h.b): Giảm dòng điện I

c. (h.c):
- Khung chuyển động theo phương ⊥ AD lại gần dòng điện.
- Khung chuyển động theo phương ⊥ AB

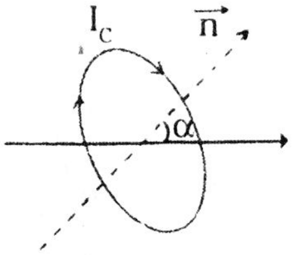
ĐS: *a.* • I_C *theo chiều ADCB*

b. • I_C *theo chiều ADCB*

c. • I_C *theo chiều ABCD*

• *Không có dòng điện do* Φ *không đổi*

Bài 2: Cho khung dây đặt trong từ trường và có chiều dòng điện cảm ứng như hình. Hỏi người ta đã quay khung quanh trục theo chiều nào (α tăng hay giảm).



ĐS: α *giảm*

Bài 3: Một vòng dây tròn có bán kính R = 10cm, đặt trong từ trường đều B = 10^{-2}T. Mặt phẳng vòng dây vuông góc với các đường sức từ. Sau thời gian $\Delta t = 10^{-2}$s, từ thông giảm đều đến 0. Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong vòng dây.

ĐS: $|E_C| = 3{,}14.10^{-2}$V

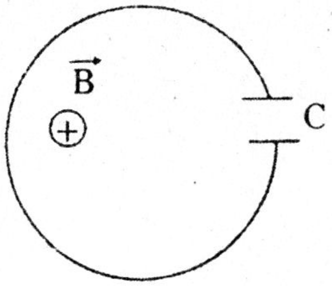
Bài 4: Một cuộn dây có 500 vòng, diện tích mỗi vòng S = 10cm^3 có trục song song với $\vec{B}$ của từ trường đều. Tính độ biến thiên của cảm ứng từ trong thời gian t = 10^{-2}s nếu suất điện động cảm ứng có độ lớn 5V.

ĐS: $|\Delta B| = 0{,}1T$

Bài 5: Một cuộn dây có 100 vòng bán kính 10cm. Trục của cuộn dây song song với cảm ứng từ $\vec{B}$ của một từ trường đều B = 0,2T. Ta quay đều cuộn dây sao cho sau 0,5s trục của nó vuông góc với vectơ $\vec{B}$. Tính suất điện động cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây.

ĐS: $|E| = 1{,}256V$

Bài 6: Một vòng dây có diện tích S = 100cm^2, hai đầu nối với tụ có điện dung C = 5μF. Mặt phẳng vòng dây đặt vuông góc với các đường sức của từ trường B = kt; (k = 0,5 T/s).



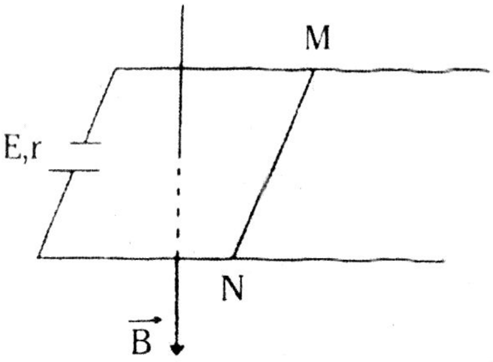
a. Tính điện tích trên tụ.

b. Nếu không có tụ thì công suất tỏa nhiệt trên vòng dây là bao nhiêu?

Cho điện trở của vòng dây $R = 0{,}1\Omega$.

ĐS: a. $Q = 2{,}5.10^{-8}C$ b. $P = 2{,}5.10^{-4}W$

Bài 7: Cho hệ thống như hình vẽ, thanh kim loại $MN = l = 20cm$, khối lượng $m = 20g$; $E = 1{,}5V$, $r = 0{,}1\Omega$. Cảm ứng từ $\vec{B}$ thẳng đứng hướng xuống, $B = 0{,}4T$. Do lực từ cân bằng với lực ma sát nên thanh MN trượt đều với vận tốc 5m/s. Cho điện trở của hệ thống là $R = 0{,}9\Omega$ và không đổi. Lấy $g = 10m/s^2$.



a. Tính độ lớn và chiều dòng điện trong mạch.

b. Hệ số ma sát giữa MN và các ray.

c. Để dòng điện chạy từ N đến M với độ lớn 0,5A thì phải kéo MN sang phía nào? Vận tốc và lực kéo bao nhiêu?

ĐS: a. $I = 1{,}1A$; *chiều từ M → N* **b.** $\mu = 0{,}44$

c. $F_k = 0{,}128N$, *kéo sang phải* $v = 25m/s$

Bài 8: Một đĩa kim loại cô lập, bán kính a quay quanh trục với vận tốc n. Tính hiệu điện thế giữa tâm và mép dĩa khi:

a. Không có từ trường. **b.** Có từ trường đều, $\vec{B} \perp$ mặt dĩa.

ĐS: a. $v = \dfrac{2\pi^2 n^2 a^2 m_e}{e}$ b. $U = \pi nBa^2$

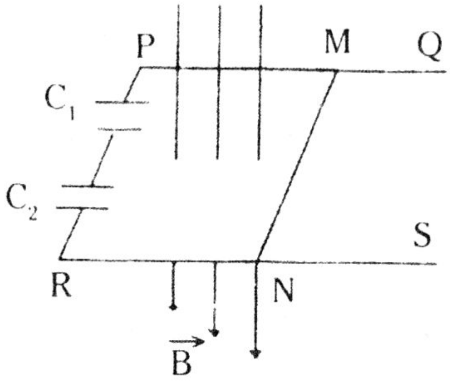
Bài 9: Thanh đồng khối lượng m trượt trên hai thanh ray đặt nghiêng một góc α ($tg\alpha > k$); k là hệ số ma sát giữa thanh đồng và hai ray. Phía trên hai đầu thanh ray có nối nhau bằng một điện trở R. Hệ thống đặt trong từ trường đều có $\vec{B} \perp$ mặt phẳng của hai ray. Tính vận tốc của thanh đồng có thể đạt được. Cho khoảng cách giữa hai thanh ray là l; bỏ qua điện trở các phần khác.

$$ĐS:\ v = \frac{mgR(\sin\alpha - k\cos\alpha)}{B^2l^2}$$

Bài 10: Trong bài 9 nếu thay R bằng tụ có điện dung C. Tìm gia tốc chuyển động của thanh đồng.

$$ĐS:\ a = \frac{mg(\sin\alpha - k\cos\alpha)}{m + CB^2l^2}$$

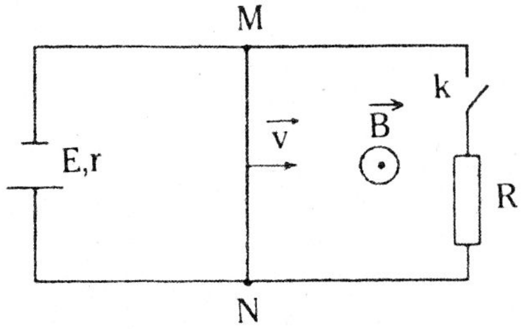
Bài 11: Một thanh kim loại MN = 40cm đặt trên hai thanh ray PQ, RS nằm trong mặt phẳng ngang. Hai tụ có điện dung $C_1 = 6\mu F$; $C_2 = 3\mu F$ được mắc vào mạch như hình.



Cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng PQRS, B = 0,5T. Kéo thanh MN chuyển động sang trái với vận tốc v = 5m/s. Xác định điện tích và hiệu điện thế trên mỗi tụ.

ĐS: $q_1 = q_2 = 2.10^{-6}C$; $U_1 = \frac{1}{3}V$; $U_2 = \frac{2}{3}V$

Bài 12: Cho mạch điện như hình vẽ. Thanh MN có chiều dài l = 20cm, điện trở $r_o = 1\Omega$ có thể trượt không ma sát trên hai thanh kia. Cho E = 3V; r = 1,5Ω; R = 1Ω. Hệ thống đặt trong từ trường đều có B = 0,5T như hình vẽ. Cho thanh MN chuyển động sang phải với vận tốc v = 10m/s.



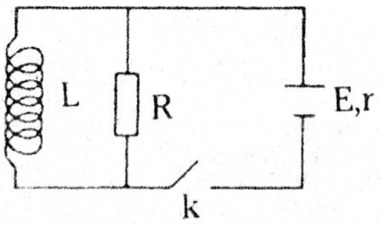
a. Khi khóa k mở, tính dòng điện qua thanh MN và U_{MN}.

b. Khi k đóng, tính dòng điện qua R, qua nguồn MN và U_{MN}.

ĐS: a. $I_o = 0,8A$; $U_{MN} = -1,8V$

b. $U_{NM} = \frac{9}{8}V$; $I_R = \frac{9}{8}A$; $I = 1,25A$; $I_o = 0,125A$

Bài 13: Cuộn dây hệ số tự cảm L, điện trở không đáng kể mắc song song với điện trở R vào mạch như hình vẽ. Đầu tiên k mở. Tìm lượng điện tích qua điện trở R sau khi đóng khóa k. Cho nguồn có (E, r).



ĐS: $Q = \frac{LE}{Rr}$

PHẦN II

QUANG HÌNH HỌC

CHƯƠNG VI KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

A. TÓM TẮT LÍ THUYẾT

I. ĐỊNH LUẬT KHÚC XẠ ÁNH SÁNG

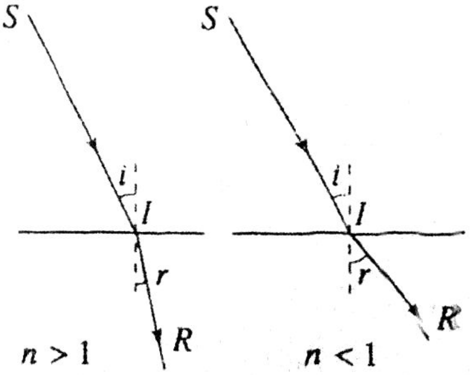
1. Định luật khúc xạ (Định luật Snel-Descartes) (Snen-Đê-các):

Tia khúc xạ nằm trong mặt phẳng tới.

Tia tới và tia khúc xạ nằm ở hai bên pháp tuyến tại điểm tới.

Đối với hai môi trường trong suốt nhất định, tỉ số giữa sin của góc tới và sin của góc khúc xạ là một hằng số:

$$\boxed{\frac{\sin i}{\sin r} = n}$$



Hằng số n tùy thuộc môi trường khúc xạ (môi trường chứa tia khúc xạ) và môi trường tới (môi trường chứa tia tới).

- Nếu $n > 1$ (ta nói môi trường khúc xạ *chiết quang hơn* môi trường tới) thì $\sin i > \sin r$ hay $i > r$. Tia sáng khúc xạ đi gần pháp tuyến hơn tia tới.
- Nếu $n < 1$ (ta nói môi trường khúc xạ *chiết quang kém* môi trường tới) thì $\sin i < \sin r$ hay $i < r$. Tia khúc xạ đi xa pháp tuyến hơn tia tới

2. Chiết suất:

a. *Chiết suất tỉ đối:*

Trong lí thuyết về ánh sáng, chiết suất tỉ đối bằng tỉ số giữa các tốc độ v_1 và v_2 của ánh sáng khi đi trong môi trường 1 và trong môi trường 2.

$$\boxed{n_{21} = \frac{v_1}{v_2}}$$

b. *Chiết suất tuyệt đối:* Chiết suất tuyệt đối của một môi trường là chiết suất tỉ đối của môi trường đó với chân không.

$$\boxed{n = \frac{c}{v}}$$

c: Vận tốc ánh sáng trong chân không ($c \approx 3.10^8$m/s)

v: Vận tốc ánh sáng trong môi trường

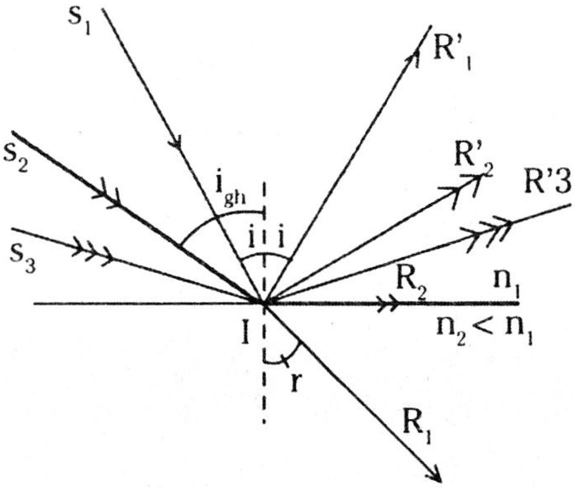
(Chân không có n = 1 và chiết suất của không khí n ≈ 1. Chiết suất tuyệt đối của môi trường trong suốt đều lớn hơn 1).

c. *Dạng đối xứng của công thức của định luật khúc xạ ánh sáng:*

$\boxed{n_1.\sin i = n_2.\sin r}$ hay $\boxed{n_1\sin i_1 = n_2\sin i_2}$ với $i = i_1$; $r = i_2$

- $n_{21} > 1$ (hay $n_2 > n_1$): môi trường (2) chiết quang hơn môi trường (1).
- $n_{21} < 1$ (hay $n_2 < n_1$): môi trường (1) chiết quang hơn môi trường (2).

II. SỰ PHẢN XẠ TOÀN PHẦN



Khi ánh sáng truyền từ môi trường có chiết suất lớn hơn sang môi trường chiết suất kém hơn thì:

- Có tia khúc xạ khi $i \leq i_{gh}$
- Phản xạ toàn phần khi $i > i_{gh}$

với $\boxed{\sin i_{gh} = \frac{n_1}{n_2}}$

(Khi $i = i_{gh}$ thì tia khúc xạ đi sát mặt phân cách hai môi trường).

III. LƯỠNG CHẤT PHẲNG:

1. Định nghĩa:

Lưỡng chất phẳng là quang hệ cấu tạo bởi hai môi trường trong suốt phân cách nhau bởi một mặt phẳng.

2. Ảnh cho bởi lưỡng chất phẳng:

- Ảnh và vật luôn có tính thật ảo trái ngược nhau.
- Công thức vị trí (trong trường hợp các tia có góc tới nhỏ).

Ta có: $\boxed{\frac{HA'}{n_2} = \frac{HA}{n_1} \text{ hay } \frac{HA'}{HA} = \frac{n_2}{n_1}}$

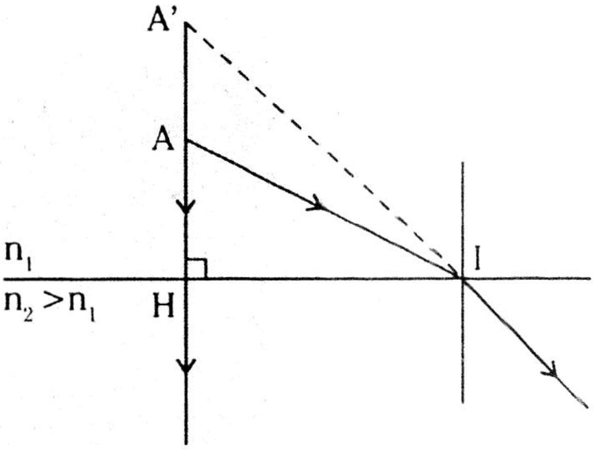
(Chọn gốc tọa độ tại H, chiều dương là chiều truyền ánh sáng.)

Đặt $\overline{AH} = d$, $\overline{HA'} = d'$, ta có thể sử dụng công thức như sau:

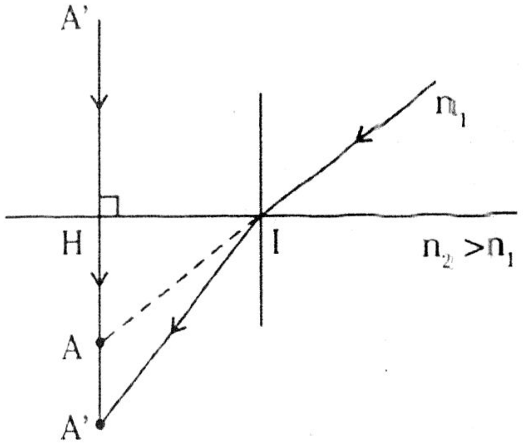
$$\boxed{\frac{d}{n_1} = -\frac{d'}{n_2}} \quad \Rightarrow \quad \frac{-d'}{d} = \frac{n_2}{n_1}$$; với qui ước về dấu.

$d > 0$: vật thật; $d < 0$: vật ảo

$d' > 0$: ảnh thật; $d' < 0$: ảnh ảo



Vật thật cho ảnh ảo



Vật ảo cho ảnh thật

+ Nếu vật có kích thước, vật và ảnh có độ lớn bằng nhau.

IV. BẢN MẶT SONG SONG

1. Định nghĩa

Bản mặt song song là một môi trường trong suốt được giới hạn bởi hai mặt phẳng phân cách song song.

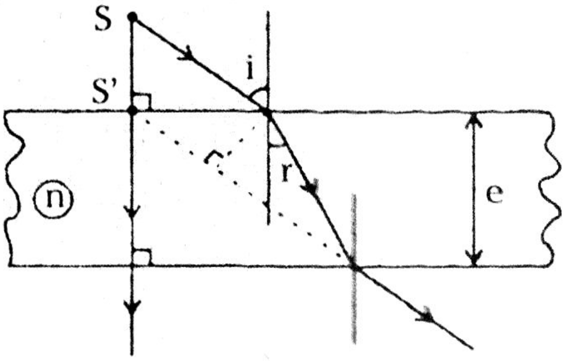
2. Đặc điểm của bản song song

- Ánh sáng truyền qua bản mặt song song không đổi phương.
- Độ dời ngang (d) của tia sáng qua bản mặt song song là khoảng cách giữa phương của tia tới và phương của tia ló được xác định bởi

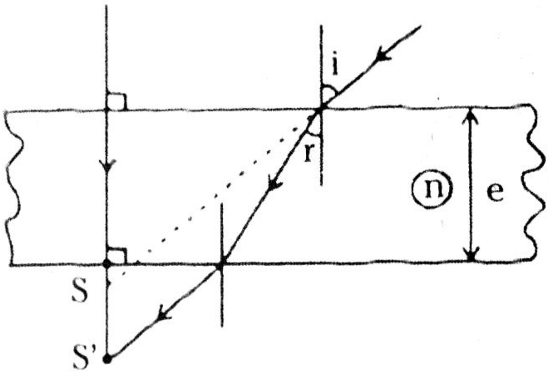
$$\boxed{d = \frac{e \, . \sin(i - r)}{\cos r}}$$

e: bề dày của bản

- Ảnh và vật luôn có tính thật, ảo trái ngược nhau.



Vật thật cho ảnh ảo



Vật ảo cho ảnh thật

- Khoảng cách vật - ảnh (độ dời ảnh) khi góc tới nhỏ là:

$$\boxed{SS' = e\left(\frac{n-1}{n}\right)}$$

n: chiết suất tỉ đối của chất làm bản mặt song song đối với môi trường bên ngoài.

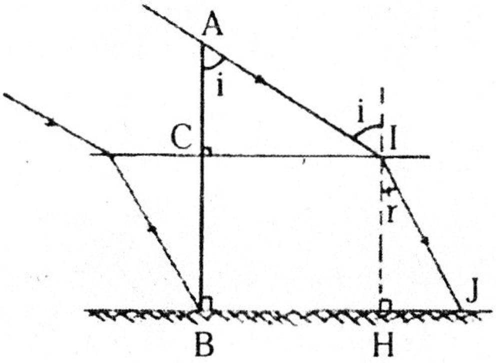
n > 1 thì ảnh dời theo chiều truyền của ánh sáng.

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: **Người ta đặt một cái thước thẳng dài 70cm theo phương thẳng đứng vuông góc với đáy một bể nước rộng nằm ngang (một đầu thước chạm đáy bể).**

Chiều cao lớp nước trong bể bằng 40cm và chiết suất của nước là $\frac{4}{3}$. Nếu các tia sáng Mặt Trời tới mặt nước dưới góc tới i (sini = 0,8) thì bóng của thước ở đáy bể bằng bao nhiêu?

GIẢI



- Bóng của thước AB ở đáy bể có chiều dài là: BJ với BJ = BH + HJ

mà $BH = CI = AC.tgi;$

$AC = AB - BC = 30cm$

$$tgi = \frac{sini}{cosi} = \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow \quad BH = 30.\frac{4}{3} = 40cm$$

- Theo định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$$sinr = \frac{sini}{n} = \frac{0,8}{\frac{4}{3}} = 0,6 \qquad \Rightarrow \qquad tgr = \frac{3}{4}$$

Mà $tgr = \frac{HJ}{HI} = \frac{HJ}{BC} \qquad \Rightarrow \qquad HJ = BC.tgr = 40\left(\frac{3}{4}\right) = 30cm$

Vậy BJ = 70cm.

Bài 2: **Một chậu nước có dạng hình hộp chữ nhật, có tiết diện thẳng là hình chữ nhật ABCD. Đáy AB nằm ngang, chậu chứa đầy nước tới sát CD và tiếp giáp với không khí. Dưới đáy chậu có một bóng đèn nhỏ S với SA = 4cm, còn AB = 10cm. Một người đặt mắt nhìn theo phương đường chéo AC của tiết diện thẳng thì thấy được bóng đèn S.**

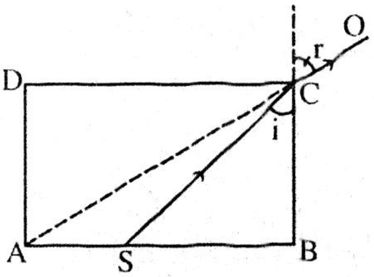
1. Hãy tính chiều cao h = AD của chậu nước.

2. Khi tháo nước từ từ ra khỏi chậu thì phải dịch chuyển S về phía nào trên đáy AB để người quan sát vẫn nhìn thấy S theo phương AC. Tính độ dịch chuyển của S khi đã tháo được nửa khối lượng nước khỏi chậu.

Biết nước có chiết suất là $n = \dfrac{4}{3}$

GIẢI

1. Theo đề bài, ta có đường đi của tia sáng như hình vẽ.



- Theo định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$$n.\sin i = \sin r \qquad (1)$$

- Trong ΔSCB, ta có: $\tan i = \dfrac{SB}{BC} = \dfrac{6}{h}$

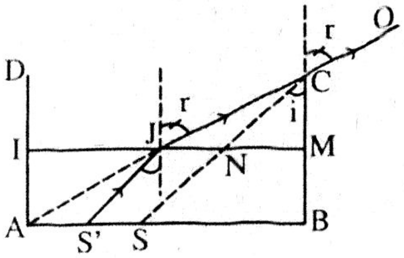
$$\Rightarrow \quad \sin^2 i = \frac{36}{h^2 + 36} \qquad (2)$$

- Trong ΔACB, ta có $\widehat{ACB} = r$ nên $\text{tgr} = \dfrac{AB}{BC} = \dfrac{10}{h}$ $\Rightarrow \sin^2 r = \dfrac{100}{h^2 + 100}$ (3)

Từ (1), (2) và (3) suy ra h = 8,82cm

Vậy chiều cao của chậu nước là 8,82cm

2.



- Do mắt người quan sát vẫn nhìn theo phương AC và thấy bóng đèn nên tia sáng khúc xạ đi vào mắt luôn có điểm tới nằm trên AC khi tháo nước từ từ. Như vậy, góc khúc xạ r vẫn không thay đổi (so với câu 1), suy ra góc tới i cũng vậy. Gọi J là điểm tới mới và S' là vị trí mới của S, ta có S'J sẽ song song với SC. Do J thấp hơn DC nên bóng đèn S phải dời về gần A.

- Ta có: $\dfrac{CJ}{CA} = \dfrac{CM}{CB}$

Khi tháo được nửa khối lượng nước thì $\dfrac{CM}{CB} = \dfrac{1}{2}$, suy ra $\dfrac{CJ}{CA} = \dfrac{1}{2}$

Mà $\frac{CJ}{CA} = \frac{JN}{AS}$ nên $\frac{JN}{AS} = \frac{1}{2}$ $\Rightarrow$ $JN = \frac{AS}{2} = 2cm$

Do S'J song song với SC nên SS' = JN. Vậy bóng đèn S phải dịch chuyển về phía A một đoạn 2cm.

Bài 3: **Một khối bán trụ trong suốt chiết suất n = 1,5 có đường kính AB = 2R, tâm O, được đặt trong không khí. Chiếu một tia sáng nằm trong một mặt phẳng của tiết diện thẳng góc. Khảo sát và vẽ đường đi của tia sáng khi tia sáng:**

1. Vuông góc với mặt AB tại O.

2. Tới O và hợp với AB một góc 45°.

3. Vuông góc với mặt AB tại M với $OM = \frac{R}{\sqrt{2}}$

GIẢI

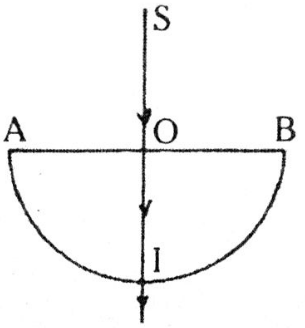
1. Theo định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$$n_1\sin i = n_2\sin r$$

Do đó, khi $i = 0°$, ta có $r = 0°$

Lúc này tia sáng không khúc xạ và truyền thẳng.

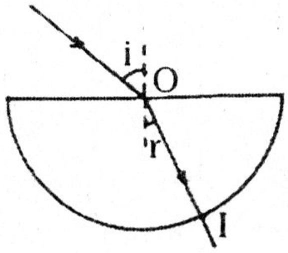
Tia tới mặt phẳng AB (tia SO) và mặt cong AB (tia OI) trong trường hợp này đều có góc tới bằng 0° nên đi thẳng ra ngoài không khí như hình vẽ.



2. Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng tại O.

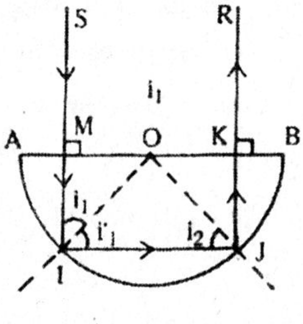
Ta suy ra $r = 28°$

- Tia khúc xạ tại O là tia tới OI tại mặt cong AB có góc tới bằng 0° nên truyền thẳng ra ngoài không khí như hình vẽ.



3. Tương tự như trên, tia sáng không khúc xạ tại M, truyền thẳng đến gặp mặt cong AB tại I với góc tới i_1. Ta có: $\sin i_1 = \frac{OM}{OI} = \frac{R}{\sqrt{2}.R} = 0,707$

mà $\sin i_{gh} = \frac{1}{6} = 0,666$



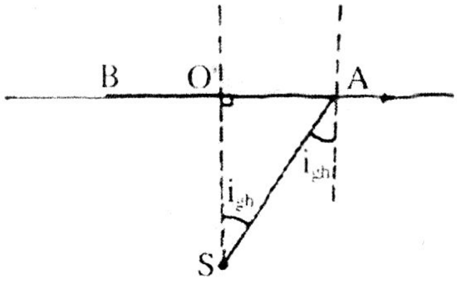
Tia sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường kém chiết quang có góc tới $i_1 > i_{gh}$ nên phản xạ toàn phần tại I với $i'_1 = i_1 = 45°$.

- Tia phản xạ tại I gặp mặt cong AB tại J, ta có tam giác OIJ cân nên góc tới tại J là $i_2 = 45°$ nên cũng phản xạ toàn phần tại J.
- Dễ thấy tia phản xạ tại J vuông góc mặt phẳng AB tại K nên ló ra không khi theo KR vuông góc với mặt phẳng AB.

Bài 4: **Một bể chứa nước có độ sâu là h = 20cm. Dưới đáy bể có một bóng đèn nhỏ S. Hỏi phải thả nổi trên mặt nước một tấm gỗ mỏng có hình dạng kích thước và vị trí như thế nào để dù đặt mắt ở đâu ngoài không khí cũng không nhìn thấy được bóng đèn S. Biết nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$.**

GIẢI

Ta có $\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$



Thả tấm gỗ mỏng để đặt mắt ở đâu ngoài không khí cũng không nhìn thấy được bóng đèn S thì tia sáng phát ra từ S đến mặt thoáng của nước nếu không gặp tấm gỗ thì phải phản xạ toàn phần (để không có tia sáng nào phát ra từ S ló ra ngoài không khí).

Vậy tấm gỗ phải có dạng hình tròn tâm O (nằm trên đường thẳng vuông góc với mặt nước qua S) và có bán kính nhỏ nhất ứng với trường hợp các tia sáng từ S đến rìa của tấm gỗ với góc tới $i = i_{gh}$. Từ hình vẽ, ta có:

$$\text{tg}i_{gh} = \frac{OA}{OS} = \frac{R}{h} \quad \text{mà} \quad \tan i_{gh} = \frac{\sin i_{gh}}{\cos i_{gh}} = \frac{\sin i_{gh}}{\sqrt{1 - \sin^2 i_{gh}}} = \frac{3}{\sqrt{7}}$$

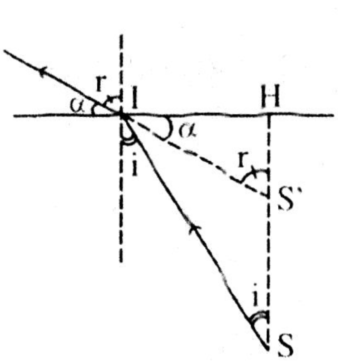
$$\Rightarrow \quad \frac{R}{h} = \frac{3}{\sqrt{7}} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{3}{\sqrt{7}}.h \approx 22{,}64\text{cm}$$

Vậy bán kính nhỏ nhất của tấm gỗ là 22,64cm

Bài 5: **Một người đặt mắt trong không khí để quan sát một bóng đèn nhỏ S ở đáy của một bể đựng chất lỏng theo phương nghiêng với mặt thoáng của chất lỏng một góc α và thấy S hình như cách mặt thoáng chất lỏng 2m. Tính α. Biết chất lỏng có chiết suất $n = 1{,}732 \approx \sqrt{3}$ và có bề sâu 6m.**

GIẢI

$$\sin i = \frac{IH}{IS};\ \sin r = \frac{IH}{IS'} \Rightarrow \quad \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{IS}{IS'} \qquad (1)$$



Theo định luật khúc xạ ánh sáng:

$$n\sin i = \sin r \qquad (2)$$

Từ (1) và (2), ta được:

$$\frac{IS'}{IS} = \frac{1}{n} \quad \Rightarrow \quad IS = nIS'$$

Với $IS' = \sqrt{IH^2 + HS'^2}$; $IS = \sqrt{IH^2 + HS^2}$

$\Rightarrow \quad \sqrt{IH^2 + HS^2} = n\sqrt{IH^2 + HS^2}$

$\Rightarrow \quad IH = 2\sqrt{3}m$

Vậy $\tan\alpha = \dfrac{HS'}{IH} = \dfrac{2}{2\sqrt{3}} = \dfrac{\sqrt{3}}{3} \quad \Rightarrow \quad \alpha = 30^o$

Bài 6: **Hai người, một trong không khí một trong nước, ở hai vị trí đối xứng nhau qua mặt thoáng và cách nhau 2m. Cho biết chiết suất nước là n = 4/3. Hỏi:**

a. Người trên mặt nước thấy người trong nước cách mình bao xa?

b. Người trong nước thấy người trên mặt nước cách mình bao xa?

GIẢI

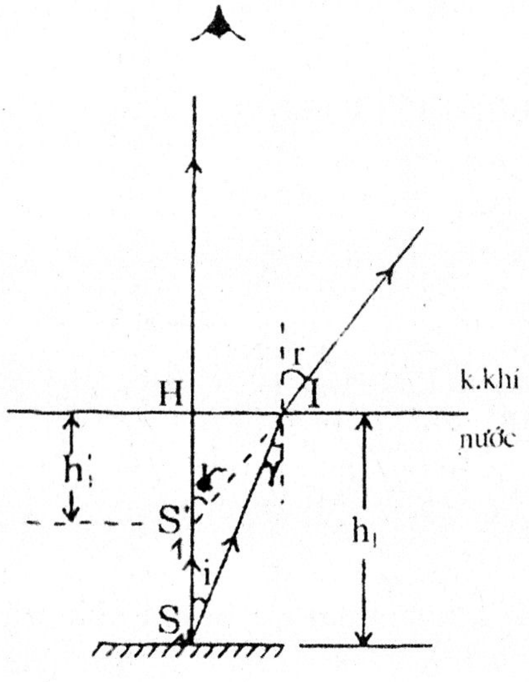
Gọi người dưới nước là S_1, người trong không khí là S_2. Theo giả thiết khoảng cách từ hai người này tới mặt thoáng bằng nhau, ta có: $S_1H = h_1 = 100cm$;

$S_2H = h_2 = 100cm$

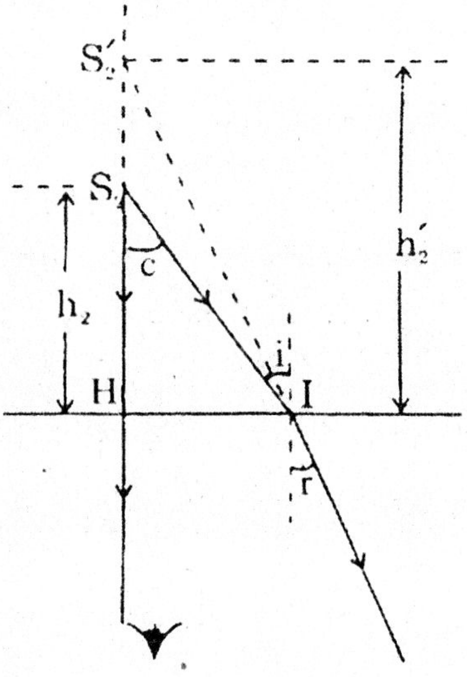
a. Chùm sáng từ S_1 khúc xạ ra không khí tạo ảnh tại S'_1 (hình a). Theo hình vẽ ta có:

$$h'_1 = S'_1H = \frac{IH}{\tan i - \tan r}$$

mà: $IH = h_1 \tan i$ nên $h'_1 = \dfrac{\tan i}{\tan r} h_1$



(a)



(b)

Do i và r bé nên $\frac{\text{tgi}}{\text{tgr}} \approx \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{1}{n}$

Từ đó: $h'_1 = \frac{h_1}{n} = \frac{100}{\frac{4}{3}} = 75\text{cm}$

Người trong không khí thấy người trong nước cách mình:

$$100 + 75 = 175\text{cm} = 1{,}75\text{m}$$

b. Hoàn toàn tương tự ta tính được:

$$h'_2 = nh_2 = \frac{4}{3}.100 = \frac{400}{3}\text{cm} = \frac{4}{3}\text{m}$$

và người trong nước thấy người ngoài không khí:

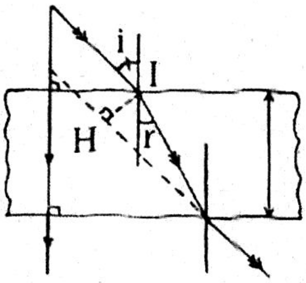
$$100 + \frac{400}{3} = \frac{700}{3}\text{cm} \approx 233{,}3\text{cm} = 2{,}33\text{m}$$

Bài 7: **Một bản hai mặt song song có bề dày e = 6cm, chiết suất n = $\sqrt{2}$ đặt trong không khí. Chiếu một chùm tia sáng đến bản với góc tới i.**

1. Tính độ dời ngang của tia sáng khi i = 45°.

2. Thay đổi góc tới i, tính độ dời ngang lớn nhất của tia sáng.

GIẢI

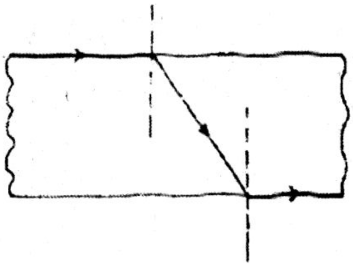


1. Theo định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$$\sin r = \frac{\sin i}{n} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad r = 30^\circ$$

Mà độ dời ngang d của tia sáng được xác định:

$$IH = d = \frac{e\sin(i-r)}{\cos r} = \frac{6.\sin 15^\circ}{\cos 30^\circ} \approx 1{,}8\text{cm}$$



2. Ta đã có $d = \frac{e\sin(i-r)}{\cos r}$

$$\Rightarrow \quad d = \frac{e[\sin i.\cos r - \sin r.\cos i]}{\cos r}$$

$$\Rightarrow \quad d = e(\sin i - \text{tgr}.\cos i)$$

Từ biểu thức trên dễ dàng nhìn thấy khi sini đạt giá trị lớn nhất bằng 1 (lúc đó i = 90°) thì cosi đạt giá trị nhỏ nhất bằng không nên độ dời ngang có giá trị cực đại bằng e (lúc này $r = i_{gh}$), ta có tia tới và tia ló ra khỏi bản nằm là trên hai mặt của bản.

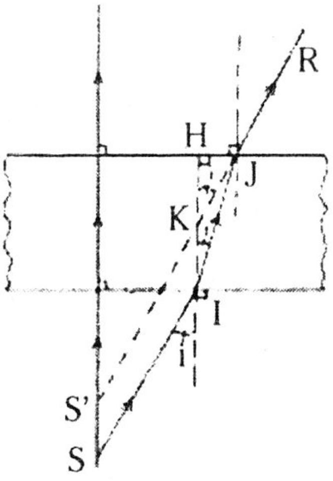
Bài 8: **Đặt một bản hai mặt song song có bề dày e, chiết suất n trong không khí. Nhìn một điểm sáng S qua bản theo phương gần như vuông góc với mặt bản. Chứng minh rằng mắt sẽ nhìn thấy ảnh ảo của S dời về phía bản một khoảng SS' = $e\left(\frac{n-1}{n}\right)$. Áp dụng tính SS' khi e = 6cm; n = 1,5.**

GIẢI

Từ S vẽ một tia sáng tới vuông góc với mặt bản, tia này không khúc xạ.

Từ S vẽ tia sáng thứ hai có góc tới i, cho tia ló JR song song với tia tới (dễ dàng chứng minh được từ định luật khúc xạ ánh sáng). Ảnh S' cho bởi bản hai mặt song song là giao điểm của hai tia ló kéo dài (chùm tia ló có dạng là chùm phân kì) nên ảnh S' là ảnh ảo.

Do bản đặt trong không khí, mà chiết suất n của bản lớn hơn chiết suất không khí nên có góc r nhỏ hơn i, ta có S' gần bản hơn S.



Vì tia tới SI song song với tia ló JR nên: SS' = IK = IH - KH (*)

Từ hình vẽ, ta có:

$$\tan i = \frac{JH}{KH} \quad (\text{ta có } \widehat{HKJ} = i)$$

$$\tan r = \frac{JH}{IH} \quad \text{suy ra} \quad \frac{\tan i}{\tan r} = \frac{IH}{KH} \quad (1)$$

Mắt nhìn theo phương gần như vuông góc với bản nên những tia sáng ló ra đi vào mắt với góc nhỏ, ta có:

$$\frac{\tan i}{\tan r} \approx \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n}{1} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow \quad \frac{IH}{KH} = \frac{n}{1} \quad \Rightarrow \quad KH = \frac{IH}{n}$

Từ (*) $\Rightarrow \quad SS' = IH - \frac{IH}{n} = IH\left(1 - \frac{1}{n}\right) = e\left(\frac{n-1}{n}\right)$

Áp dụng số: e = 6cm; n = 1,5

$\Rightarrow \quad SS' = 6\left(\frac{1,5-1}{1,5}\right) = 2\text{cm}$

Bài 9: Một bóng đèn nhỏ S được đặt trong nước, cách mặt nước 40cm. Mắt đặt ngoài không khí và nhìn gần như vuông góc với mặt thoáng.

1. Mắt nhìn thấy S ở độ sâu bao nhiêu?

2. Nếu trên mặt nước có một lớp dầu có bề dày 30cm thì mắt thấy S cách mặt trên của lớp dầu bao nhiêu? Biết nước có chiết suất $n_1 = \frac{4}{3}$, dầu có chiết suất $n_2 = 1,5$.

GIẢI

1. Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$S \xrightarrow{\text{LCP: nước - không khí}} S'$$

$$\underbrace{\qquad\qquad}_{d}\quad\underbrace{\qquad\qquad}_{d}$$

Theo công thức của lưỡng chất phẳng:

$$\frac{d}{n_1} = \frac{-d'}{1} \quad\Rightarrow\quad d' = \frac{-d}{n_1} = \frac{-40}{\frac{4}{3}} = -30\text{cm}$$

(Dấu "-" chứng tỏ ảnh S_1 ảo). Vậy mắt thấy S ở độ sâu 30cm.

2. Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$S \xrightarrow{\text{LCP: nước - dầu}} S_1 \xrightarrow{\text{LCP: dầu - kk}} S_2$$

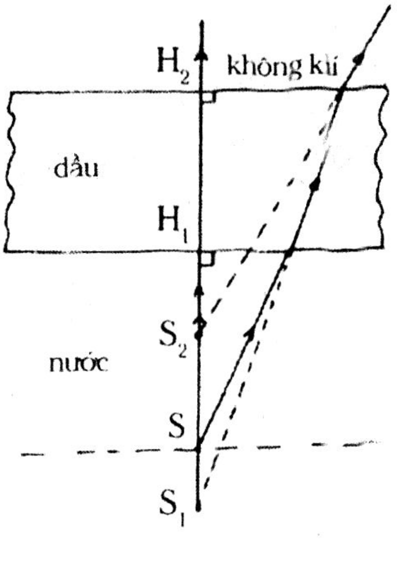
$$\underbrace{\qquad}_{d_1}\ \underbrace{\qquad}_{d'_1}\ \underbrace{\qquad}_{d_2}\ \underbrace{\qquad}_{d'_2}$$

Ta có: $\frac{d_1}{n_1} = \frac{-d'_1}{n_2} \quad\Rightarrow\quad d'_1 = -45\text{cm}$

$$d_2 = a - d'_1 = 30 - (-45) = 75\text{cm}$$

$$\frac{d_2}{n_2} = \frac{-d'_2}{1} \quad\Rightarrow\quad d'_2 = \frac{-d_2}{n_2} = \frac{-75}{1,5} = -50\text{cm}$$

Vậy mắt thấy S cách mặt trên của lớp dầu một khoảng 50cm.



Lưu ý: Đối với bản hai mặt song song, độ dời ảnh không phụ thuộc vào khoảng cách từ vật cho đến bản. Do đó, khi hai bản song song ghép sát nhau thì bài toán cũng có đáp số như hai bản tách ra, miễn các mặt phân cách song song nhau.

Trong bài toán trên, ở câu b, ta có thể giải như sau: S đóng vai trò là vật đối với bản hai mặt song song nước có độ dày $e_1 = SH_1 = 40$cm cho ảnh ảo S_1. Ảnh trung gian này đóng vai trò là vật thật của bản 2 mặt song song dầu có độ dày $e_2 = H_1H_2 = 30cm$ cho ảnh S_2, sơ đồ tạo ảnh như sau:

$$S \xrightarrow{\text{bản song song nước}} S_1 \xrightarrow{\text{bản song song dầu}} S_2$$

Ta có độ dời ảnh qua bản song song nước là: $SS_1 = e_1\left(\frac{n_1 - 1}{n_1}\right) = 10cm$

Độ dời ảnh qua bản song song dầu là: $S_1S_2 = e_2\left(\frac{n_2 - 1}{n_2}\right) = 10cm$

Do ảnh dời theo chiều truyền ánh sáng nên: $SS_2 = SS_1 + S_1S_2 = 20cm$

Mà $SH_2 = SH_1 + H_1H_2 = e_1 + e_2 = 70cm$

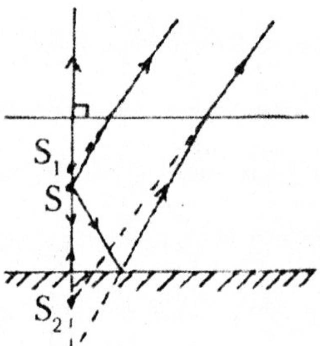
$\Rightarrow$ $S_2H_2 = SH_2 - SS_2 = 50cm$

Vậy S_2 cũng cách mặt trên của lớp dầu là 50cm.

Ta cũng thấy trong hai cách giải thì vị trí trung gian cũng khác nhau, vì vậy đối với một hệ quang học, khi xét ảnh của một vật thì ảnh sau cùng đều như nhau, còn ảnh trung gian có thể khác nhau tùy theo quan niệm khi giải bài toán.

Bài 10: Một bóng đèn nhỏ S đặt trong chậu nước, cách đều mặt thoáng của nước và đáy chậu. Dưới đáy chậu có một gương phẳng M nằm ngang, mặt phản xạ hướng lên. Mắt đặt trong không khí và nhìn gần như vuông góc với mặt thoáng. Giải thích tại sao mắt nhìn thấy hai ảnh của S. Tính khoảng cách giữa hai ảnh này. Biết lớp nước dày 40cm và nước có chiết suất $n = \frac{4}{3}$.

GIẢI



- Sở dĩ mắt thấy hai ảnh của S vì một phần tia sáng xuất phát từ S khúc xạ trên mặt nước cho ảnh S_1. Một phần tia sáng phát xuất từ S phản xạ trên gương rồi khúc xạ trên mặt nước cho ảnh S_2.

Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$\begin{array}{ccc} S & \xrightarrow{\text{LCP: nước - kk}} & S_1 \\ & d \qquad\qquad d & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccc} S & \xrightarrow{\quad M \quad} & S' & \xrightarrow{\text{LCP: nước - kk}} & S_2 \\ & d_1 \qquad d'_1 & & d_2 \qquad d'_2 & \end{array}$$

- Đối với ảnh S_1:

$$\frac{d}{n} = \frac{-d'}{1} \Rightarrow d' = \frac{-d}{n} = -15\text{cm}$$

- Đối với ảnh S_2:

$$d'_1 = -d_1 = -20\text{cm}$$

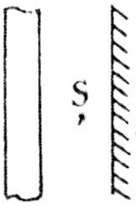
$$d_2 = a - d'_1 = 40 - (-20) = 60\text{cm}$$

Với a là khoảng cách từ gương tới mặt thoáng của nước.

$$\frac{d_2}{n} = \frac{-d'_2}{1} \Rightarrow d'_2 = -45\text{cm}$$

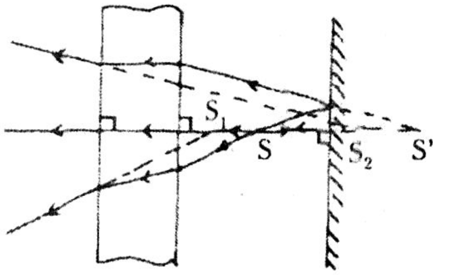
Vậy hai ảnh S_1 và S_2 cách nhau 30cm.

Bài 11: **Một bản mặt song song có bề dày e = 6cm chiết suất n = 1,5 đặt song song với một gương phẳng như hình vẽ. Giữa gương và bản mặt song song, đặt một điểm sáng S cách gương 20cm. Giải thích tại sao qua hệ có hai ảnh? Tính khoảng cách giữa chúng. (Xét tia tới bản mặt song song dưới góc tới nhỏ).**



GIẢI

Sở dĩ qua hệ có 2 ảnh vì một phần tia sáng phát xuất từ vật chỉ qua bản mặt song song cho một ảnh S_1. Một phần tia sáng phát xuất từ vật, phản xạ trên gương, qua bản mặt cho ảnh S_2.



Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$S \xrightarrow{//} S_1$$

$$S \xrightarrow{G} S' \xrightarrow{//} S_2$$

Độ dời ảnh qua bản song song là:

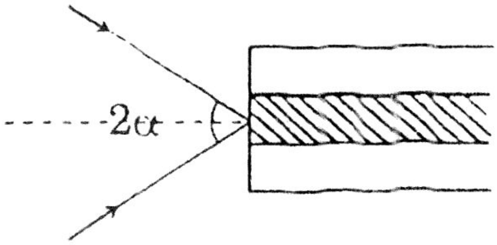
$$SS_1 = S'S_2 = e\left(\frac{n-1}{n}\right) = 2\text{cm}$$

Do ảnh qua bản song song dời theo chiều truyền ánh sáng qua bản. Vật và ảnh đối xứng nhau qua gương phẳng và S cách gương 20cm nên dễ thấy

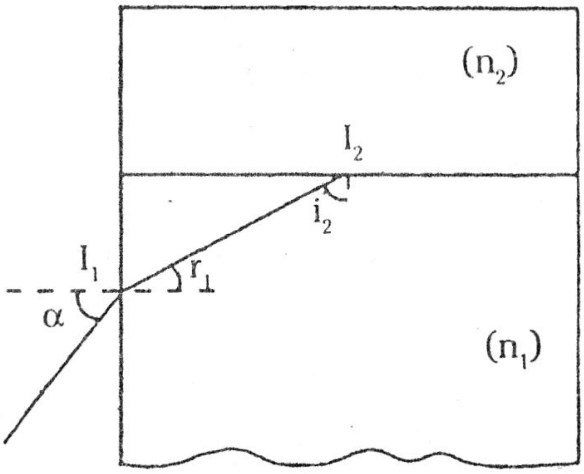
$$S_1S_2 = SS' = 40\text{cm}.$$

Bài 12: **Một ống dẫn sáng (cáp quang) có lõi chiết suất $n_1 = 1,5$ và vỏ bọc chiết suất $n_2 = 1,41$. Một chùm tia sáng hội tụ tới mặt trước của cáp dưới góc 2α như hình vẽ.**

Xác định α để chùm sáng truyền đi trong cáp mà không ra khỏi ống.



GIẢI



Ta chỉ cần xét tia ngoài cùng của chùm sáng đến tức là tia đi từ không khí vào lõi dưới góc tới α. Tia này có góc tới lớn nhất. Do đó nó tới được mặt phân cách thứ hai dưới góc i_2 nhỏ hơn góc tới của mọi tia tới mặt này. Vì vậy nếu tia này phản xạ toàn phần thì các tia khác cũng phải phản xạ toàn phần. Tại I_1, ta xác định được góc khúc xạ r_1 bằng biểu thức: $\sin\alpha = n_1\sin r_1$

mà $r_1 + i_2 = 90^\circ$ nên $\sin r_1 = \cos i_2$, từ đó:

$$n_1 = \frac{\sin\alpha}{\cos i_2} \qquad (1)$$

Góc tới giới hạn tại I_2 để có phản xạ toàn phần: $\sin i_{gh} = \dfrac{n_2}{n_1}$

Để có phản xạ toàn phần với mọi tia tới thì $i_2 > i_{gh}$ hay $\cos i_2 < \cos i_{gh}$.

$$\Rightarrow \quad \cos^2 i_2 < \cos^2 i_{gh} = 1 - \sin^2 i_{gh} = 1 - \frac{n_2^2}{n_1^2} \qquad (2)$$

(1) và (2) suy ra: $\dfrac{\sin^2\alpha}{n_1^2} < 1 - \dfrac{n_2^2}{n_1^2}$.

hay: $\sin^2\alpha < n_1^2 - n_2^2$, thay giá trị n_1 và n_2 ta tính được: $\sin\alpha < \dfrac{1}{2}$ hay $\alpha < 30^\circ$.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

Bài 1: Một tia sáng truyền trong một chất lỏng, đến mặt thoáng của chất lỏng và hợp với nó một góc 60°. Ta được tia phản xạ từ mặt thoáng và tia khúc xạ ra không khí vuông góc nhau. Tính chiết suất của chất lỏng.

ĐS: $n = \sqrt{3}$

Bài 2: Có ba môi trường (1), (2) và (3). Với cùng một góc tới, nếu ánh sáng đi từ (1) vào (2) thì góc khúc xạ là 30° và từ (1) vào (3) thì góc khúc xạ là 45°.

a. Hai môi trường (2) và (3), môi trường nào chiết quang hơn.

b. Tìm điều kiện phản xạ toàn phần khi ánh sáng đi qua mặt phân cách môi trường (2) với (3).

ĐS: ***a.*** $n_2 > n_3$ ***b.*** $i_{gh} = 45^\circ$

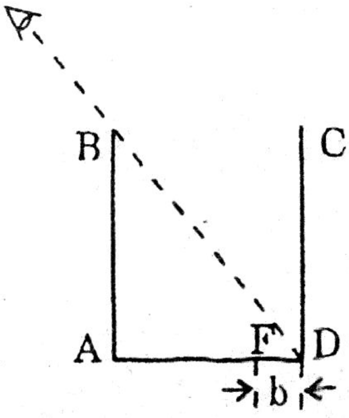
Bài 3: Một thanh dài 4m được nhấn vuông góc xuống đáy một hồ nước sao cho phần nhô khỏi mặt nước dài 1m. Xác định chiều dài của bóng thanh đó trên đáy hồ. Cho biết các tia sáng Mặt Trời xiên 30^o so với phương ngang và chiết suất của nước là 4/3.

ĐS: 3,46m

Bài 4: Một thanh AB được dựng thẳng đứng trong một hồ nước. Người quan sát đặt mắt ngoài không khí nhìn theo phương gần như vuông góc với mặt nước thấy đầu B và đầu A hình như cách mặt thoáng nước là 3m và 6m. Tính chiều dài thật sự của thanh AB. Biết nước có chiết suất $\frac{4}{3}$.

ĐS: 4m

Bài 5: Một chậu nước hình lập phương vách không trong suốt được đặt sao cho mắt một quan sát viên không nhìn thấy đáy chậu nhưng thấy được hết vách CD (xem hình). Xác định mực nước đổ vào chậu sao cho quan sát viên có thể nhìn thấy vật F ở đáy và cách vách một đoạn bằng FD = b = 10cm. Cho biết cạnh hình lập phương là a = 40cm và chiết suất của nước là 4/3.



ĐS: 27cm

Bài 6: Từ trong nước, một thợ lặn quan sát một vật sáng ở phía trên mặt nước và cách mặt nước một đoạn 75cm. Xác định vị trí ảnh mà người thợ lặn nhìn thấy được. Cho chiết suất của nước là n = 4/3.

ĐS: 1m

Bài 7: Vật S trong không khí và ảnh S' của nó do một người trong nước nhìn thấy cách nhau 2m theo phương thẳng đứng. Xác định vị trí của chúng. Cho chiết suất của nước là 4/3.

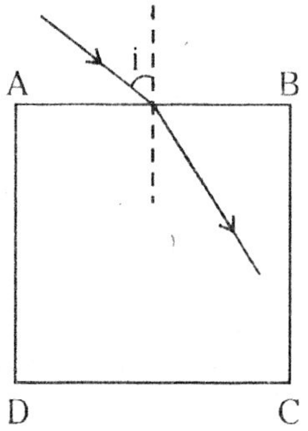
ĐS: cách mặt nước 6m và 8m

Bài 8: Một đĩa gỗ tròn, bán kính R = 6cm nổi trên mặt nước. Ở tâm đĩa có gắn một cây kim thẳng đứng chìm trong nước, chiết suất nước là n = 4/3.

Tính chiều dài tối đa của kim để mắt ở ngoài không khí không thể thấy được kim.

ĐS: $l_{max} = R\sqrt{n^2 - 1} = 2\sqrt{7} \approx 5,3cm$

Bài 9: Tia sáng chiếu đến mặt trên của khối nhựa trong suốt với góc tới i = 45°. Chiết suất n nhỏ nhất của nhựa là bao nhiêu để có sự phản xạ toàn phần ở mặt BC?

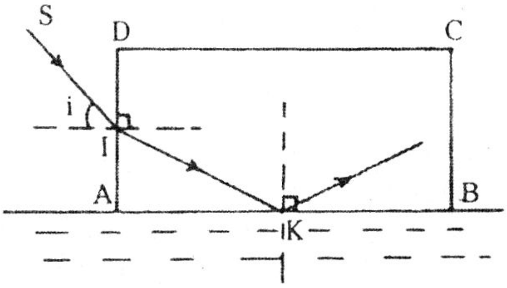


ĐS: $\sqrt{\frac{3}{2}}$

Bài 10: Trong bài trên, hãy tìm điều kiện của chiết suất n để mọi tia sáng chiếu đến AB đều phản xạ toàn phần ở mặt BC.

ĐS: $n > \sqrt{2}$

Bài 11: Một tấm thủy tinh rất mỏng trong suốt có tiết diện là hình chữ nhật ABCD (độ dài AB rất lớn so với độ dài AD), mặt đáy AB tiếp xúc với một chất lỏng có chiết suất $n_o = \sqrt{2}$. Chiếu một tia sáng đơn sắc SI nằm trong mặt phẳng ABCD tới mặt AD sao cho tia tới nằm phía trên pháp tuyến ở điểm tới và tia khúc xạ trong thủy tinh gặp đáy AB ở điểm K.

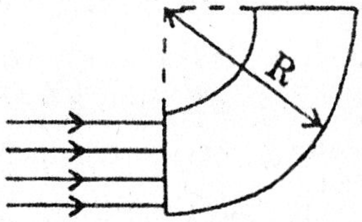


1. Giả sử chiết suất của thủy tinh là n = 1,5. Tính giá trị lớn nhất của góc tới i để có phản xạ toàn phần tại K.

2. Chiết suất của thủy tinh phải có giá trị như thế nào để với mọi góc tới i ($0 < i \leqslant 90°$) tia khúc xạ IK vẫn bị phản xạ toàn phần trên mặt đáy AB.

ĐS: 1. $i \leqslant 30°$ *2.* $n \geqslant \sqrt{n_o^2 + 1} = \sqrt{3}$

Bài 12: Một chùm sáng song song chiếu vuông góc tới tiết diện hình tròn đường kính l của một ống trong suốt chiết suất n. Xác định bán kính R sao cho chùm sáng truyền hoàn toàn trong ống.



ĐS: $R \geqslant \dfrac{nl}{n-1}$

Bài 13: Hai tia sáng 1 và 2 song song đi từ nước lên. Tia 1 trực tiếp ló vào không khí, trong khi đó tia 2 trước khi vào không khí phải qua bản hai mặt song song nằm trên mặt nước. Hỏi:

a. Trong không khí, hai tia ló có song song với nhau không?

b. Nếu tia 1 bị phản xạ toàn phần trong nước thì tia 2 có đi vào không khí không?

ĐS: a. Song song nhau

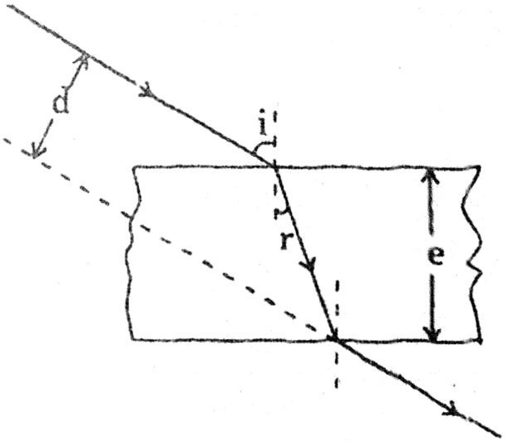
b. Tia 2 cũng phản xạ toàn phần tại lớp tiếp xúc thủy tinh - không khí.

Bài 14: Tia sáng chiếu đến bản song song với góc tới i.

a. Chứng minh rằng tia ló song song tia tới.

b. Tính độ dời ngang của tia sáng khi $i = 45^\circ$, $e = 2cm$; $n = \sqrt{2}$.

ĐS: b. $d \approx 0{,}6cm$



Bài 15: Một vật sáng đặt cách bản phẳng song song một đoạn $l = 20cm$. Khi nhìn qua bản phẳng đó sẽ thấy vật sáng ở đâu? Cho biết bản phẳng dày $e = 1{,}0cm$, chiết suất chất cấu tạo bản là $n = 1{,}5$ và phương quan sát trùng với pháp tuyến bản kẻ qua vật sáng.

ĐS: cách bản 19,67cm

Bài 16: Một gương gồm một bản phẳng song song chiết suất 1,5 có một mặt tráng bạc. Xác định vị trí ảnh của một điểm sáng đặt cách mặt trước gương một đoạn $d = 4cm$. Cho biết bản phẳng dày $e = 0{,}2cm$.

ĐS: Cách mặt trên $d + \frac{2e}{n} \approx 4{,}27cm$

Bài 17: Một bản phẳng hai mặt song song được cấu tạo bởi chất liệu trong suốt có chiết suất thay đổi từ n_1 ở mặt trên tới n_2 ở mặt dưới. Hỏi tia sáng tới mặt trên với góc tới α sẽ ra khỏi mặt dưới với một góc bằng bao nhiêu? Cho biết chiết suất hai môi trường tiếp xúc với bản là n_o và n_3.

ĐS: $\sin\beta = \frac{n_o}{n}\sin\alpha$ *hay* $\beta = \arcsin\left(\frac{n_o}{n_3}\sin\alpha\right)$

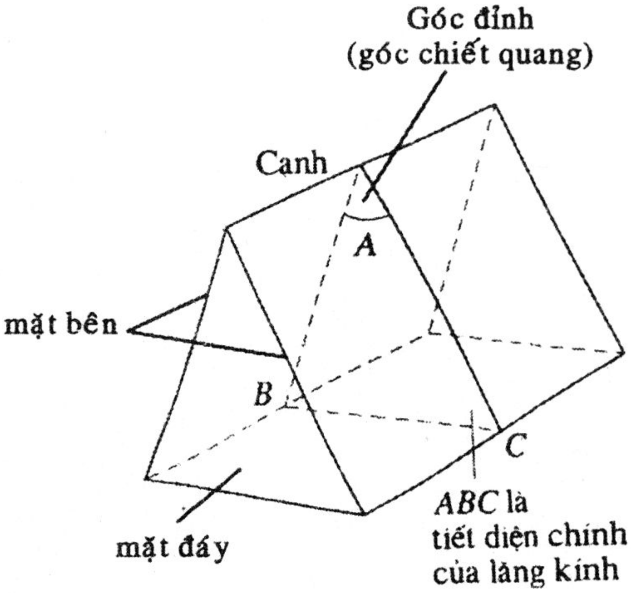
CHƯƠNG VII MẮT - CÁC DỤNG CỤ QUANG

A. TÓM TẮT KIẾN THỨC

I. LĂNG KÍNH

1. Cấu tạo:

Lăng kính là một khối trong suốt, đồng chất, được giới hạn bởi hai mặt phẳng không song song.


Góc đỉnh
(góc chiết quang)
Cạnh
A
mặt bên
B
C
mặt đáy
ABC là
tiết diện chính
của lăng kính

2. Các công thức của lăng kính:

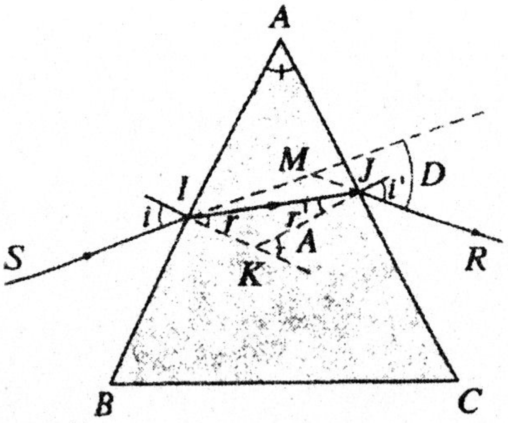
$$\boxed{\begin{aligned} &\sin i = n\sin r \\ &\sin i' = n\sin r' \\ &r + r' = A \\ &D = i + i' - A \end{aligned}}$$

* Nếu i, A bé thì:

$$\boxed{\begin{aligned} &i \approx nr;\ i' \approx nr' \\ &r + r' = A \\ &D = (n - 1)A \end{aligned}}$$

* Góc lệch cực tiểu (D_{min}):

- Khi xảy ra trường hợp D_{min}, lúc đó:


A
M
J
D
I
i
i'
r
r'
A
K
S
R
B
C

$$\boxed{\begin{aligned} &i = i' = (i_m);\ r = r' = \frac{A}{2}; \\ &D_{min} = 2i_m - A \\ &\sin\frac{D_m + A}{2} = n\sin\frac{A}{2} \end{aligned}}$$

- Tia tới và tia ló đối xứng qua mặt phân giác của A; tia IJ ⊥ phân giác của A.

II. THẤU KÍNH

1. Định nghĩa:

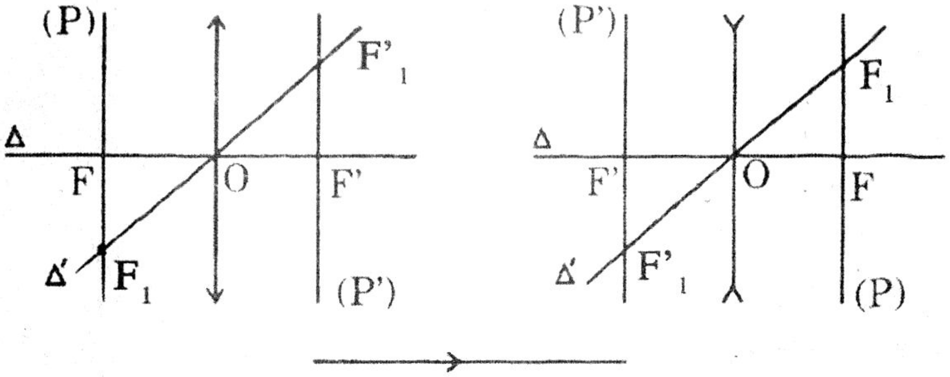
Thấu kính là một môi trường trong suốt giới hạn bởi hai mặt cong hoặc bởi một mặt cong và một mặt phẳng.

(Ta chỉ xét trường hợp mặt cong là mặt cầu).

2. Phân loại:

- Thấu kính lồi hay thấu kính rìa mỏng là thấu kính hội tụ.
- Thấu kính lõm hay thấu kính rìa dày là thấu kính phân kì.

3. Các phần tử của thấu kính mỏng



Chiều truyền ánh sáng

- Đường thẳng Δ: trục chính
- Đường thẳng Δ': trục phụ
- F': tiêu điểm ảnh chính; F: tiêu điểm vật chính; F'_1: tiêu điểm ảnh phụ; F_1: tiêu điểm vật phụ.
- (P): tiêu diện vật, (P'): tiêu diện ảnh
- $f = \overline{OF'}$: tiêu cự
- $D = \frac{1}{f}$: tụ số hay độ tụ

  (Thấu kính hội tụ: f và D dương; thấu kính phân kỳ: f và D âm).

4. Đường đi của các tia sáng

- Tia tới qua quang tâm sẽ truyền thẳng.
- Tia tới song song với trục chính, sau khi qua thấu kính sẽ qua (hoặc đường kéo dài qua) tiêu điểm ảnh F'.
- Tia tới qua (hoặc đường kéo dài) tiêu điểm vật F, sau khi qua thấu kính sẽ song song với trục chính.
- Tia tới bất kỳ song song với trục phụ, sau khi qua thấu kính sẽ qua (hoặc đường kéo dài qua) tiêu điểm ảnh phụ là giao điểm của tiêu diện với trục phụ.

5. Vẽ ảnh tạo bởi thấu kính

a. Vật là một điểm sáng (nằm ngoài trục chính)

* Ta tìm giao điểm của hai tia ló ứng với các tia tới sau:

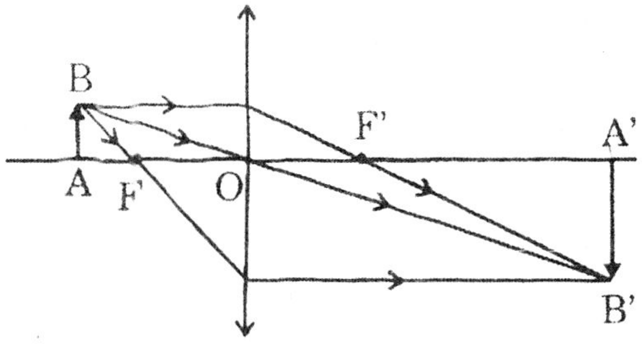
  - Tia tới qua quang tâm.
  - Tia tới song song với trục chính.

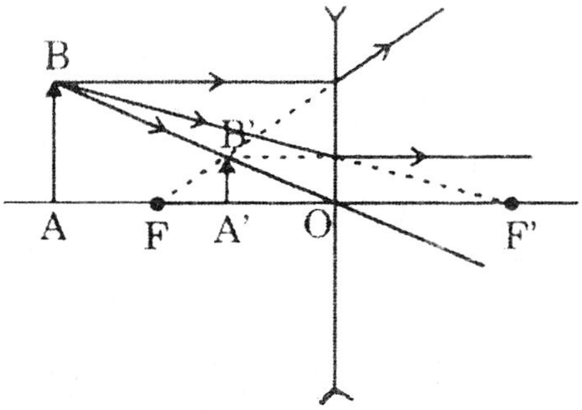
- Tia tới qua (hoặc có đường kéo dài qua) tiêu điểm vật.

* Nếu điểm sáng trên trục chính, ta vẽ thêm tia tới bất kỳ song song với một trục phụ.

b. Vật có kích thước và vuông góc trục chính (có 1 đầu trên trục chính).

Ta tìm ảnh của đầu vật nằm ngoài trục chính, sau đó hạ vuông góc xuống trục chính.





6. Công thức thấu kính

a. Độ tụ:

$$\boxed{D = \frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}$$

n: Chiết suất tỉ đối của thấu kính với môi trường chung quanh.

$R_1, R_2 > 0$ đối với mặt cầu lồi; $R_1, R_2 < 0$ đối với mặt cầu lõm; đối với mặt phẳng R_1, R_2 rất lớn xem như $R_1, R_2 = \infty$

b. Số phóng đại:

$$\boxed{k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'}{d}}$$

$k > 0$: ảnh và vật cùng chiều; ảnh trái tính chất (thật, ảo) đối với vật.

$k < 0$: ảnh và vật trái chiều; ảnh và vật cùng tính chất (thật, ảo)

c. Công thức vị trí: $\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d}}$

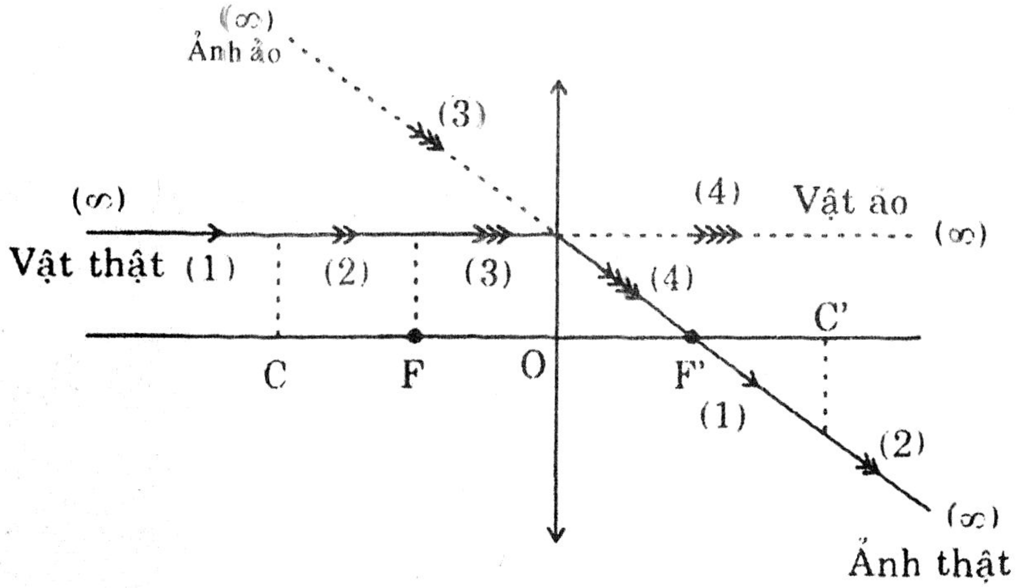
- Vật thật $d = \overline{OA} > 0$; vật ảo $d = \overline{OA} < 0$
- Ảnh thật $d' = \overline{OA'} > 0$; ảnh ảo $d' = \overline{OA'} < 0$

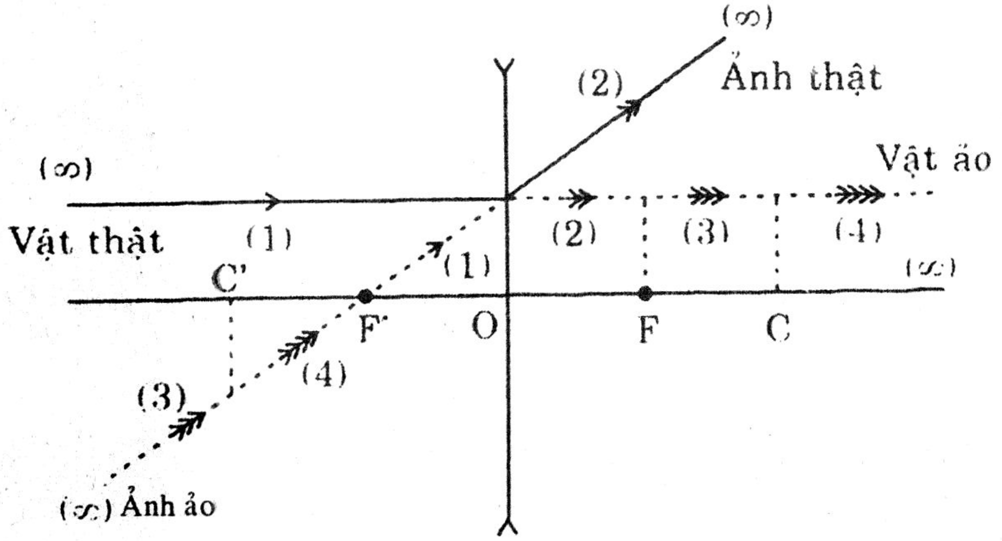
d. Khoảng cách L từ vật đến ảnh của thấu kính là:

$$\boxed{L = |d' + d|}$$

7. Sơ đồ vị trí ảnh tương ứng với vị trí của vật

- Khi vật thật tịnh tiến dọc trục chính thấu kính thì ảnh cũng tịnh tiến cùng chiều vật dọc theo trục chính.


(∞)
Ảnh ảo
(3)
(∞)
(4)
Vật ảo
(∞)
Vật thật
(1)
(2)
(3)
(4)
C'
C
F
O
F'
(1)
(2)
(∞)
Ảnh thật


(∞)
(2)
Ảnh thật
Vật ảo
(∞)
Vật thật
(1)
(2)
(3)
(4)
(1)
(∞)
C'
F'
O
F
C
(4)
(3)
(∞) Ảnh ảo

$$\boxed{d_2 = d_1 \pm a;\ d'_2 = d'_1 \mp b}$$

a: khoảng di chuyển vật

b: khoảng di chuyển ảnh

III. MẮT

1. Sự điều tiết - Điểm cực cận và điểm cực viễn

Sự thay đổi độ cong của thủy tinh thể (và do đó thay đổi độ tụ hay tiêu cự của nó) để ảnh của vật cần quan sát hiện rõ nét trên màng lưới (võng mạc) gọi là sự điều tiết.

- Điểm xa nhất trên trục của mắt mà khi vật đặt tại nó, mắt còn có thể nhìn rõ được gọi là điểm cực viễn (C_v) (lúc này mắt không có điều tiết). Đối với mắt không có tật, điểm cực viễn ở độ vô cực.

  $f_{max} = OV$ và $OC_v = \infty$

- Điểm gần nhất trên trục của mắt mà khi vật đặt tại đó, mắt còn có thể nhìn rõ được gọi là điểm cực cận (C_c) (lúc này mắt điều tiết mạnh nhất (tối đa)).

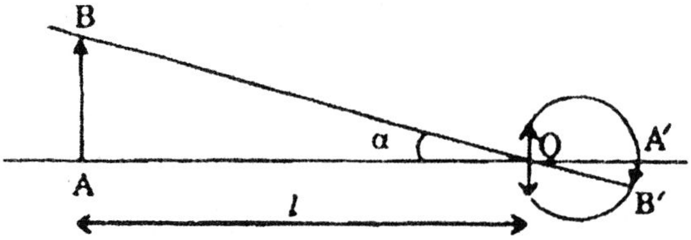
OC_c = Đ: khoảng cực cận (khoảng thấy rõ ngắn nhất)

Thường lấy giá trị trung bình đối với mắt thường: Đ = 25cm.

- Khoảng cách từ điểm cực cận đến điểm cực viễn gọi là khoảng (giới hạn) nhìn rõ của mắt.

2. Góc trông vật và năng suất phân li của mắt

- Năng suất phân li của mắt là góc trông nhỏ nhất α_{min} giữa hai điểm A và B mà mắt còn có thể phân biệt được hai điểm đó (kí hiệu ε)



Mắt không có tật: $\varepsilon = \alpha_{min} \approx 1' \approx 3.10^{-4}$ rad

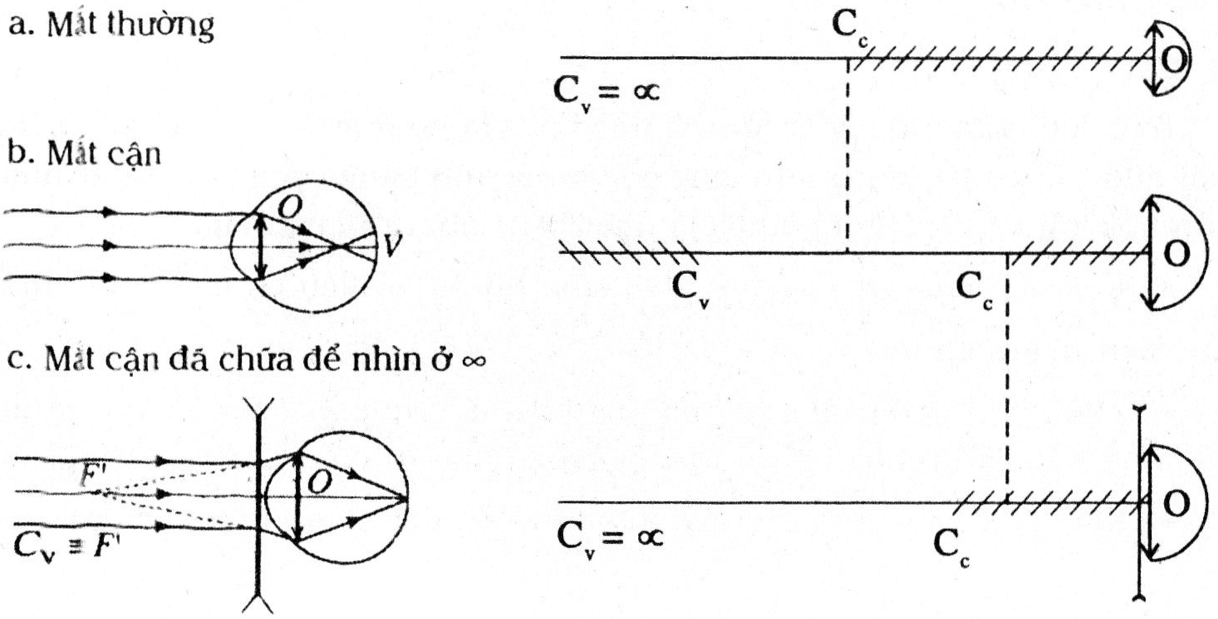
3. Sự lưu ảnh của mắt:

Khi ánh sáng mất đi, ảnh vẫn còn lưu lại trên võng mạc khoảng 0,1s

4. Các tật của mắt và cách sửa

a. Cận thị

- Khi mắt không điều tiết, tiêu điểm nằm trước võng mạc (màng lưới) ($f_{max} < OV$).
- Điểm cực viễn của mắt nằm cách mắt một khoảng không lớn (cỡ 2m trở lại).
- Điểm cực cận của mắt nằm rất gần mắt hơn so với mắt thường.
  - + Để sửa tật, người cận thị phải đeo kính phân kì sao cho có thể nhìn rõ vật ở vô cực mà không phải điều tiết. Xem kính đặt sát mắt, ta có: $f_k = -OC_v$
  - + Phẫu thuật giác mạc làm thay đổi độ cong của bề mặt giác mạc.



a. Mắt thường

b. Mắt cận

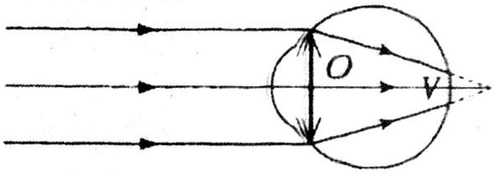
c. Mắt cận đã chữa để nhìn ở ∞

b. Viễn thị

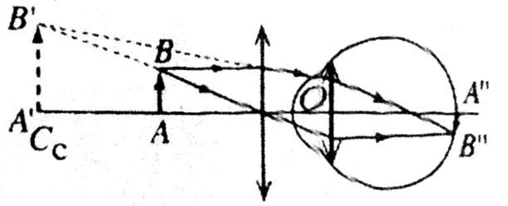
- Khi mắt không điều tiết, tiêu điểm nằm sau võng mạc (màng lưới) ($f_{max} > OV$).
- Mắt viễn thị nhìn vật ở vô cực phải điều tiết.
- Điểm cực cận ở xa hơn so với mắt không có tật.
  + Để sửa tật, người viễn thị phải mang kính hội tụ sao cho có thể nhìn được các vật ở vô cực mà không phải điều tiết hoặc có thể nhìn được vật ở gần nhất cách mắt 25cm.
  + Phẫu thuật giác mạc làm thay đổi độ cong của bề mặt giác mạc.

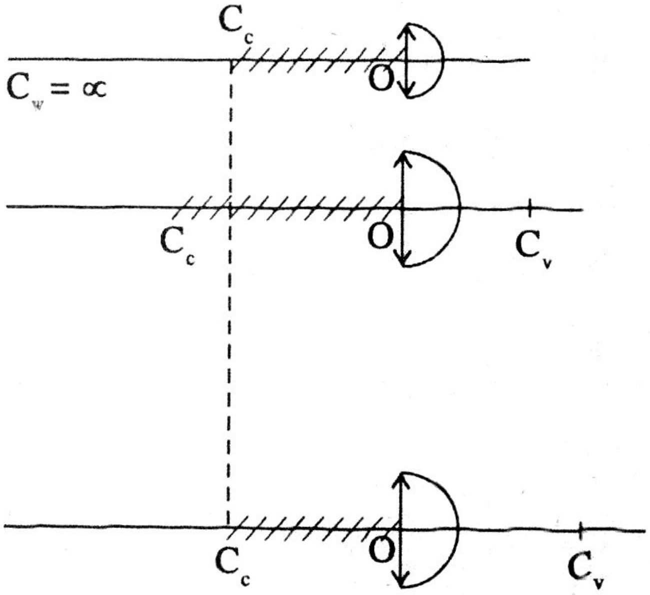
a. Mắt thường

b. Mắt viễn



c. Mắt viễn đã chữa để đọc sách





c. Lão thị

- Là mắt thường khi về già, do đó Đ lớn hơn mắt thường.
- Cách chữa giống như mắt viễn.

IV. KÍNH LÚP

1. Công dụng

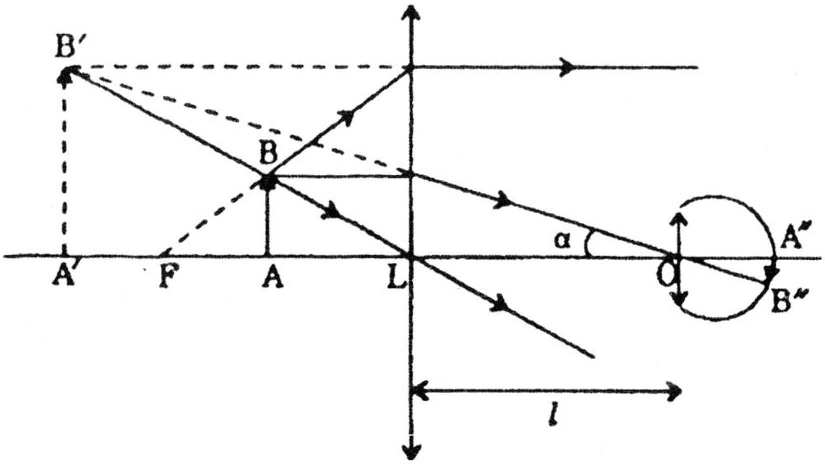
Kính lúp là một dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt trong việc quan sát các vật nhỏ. Nó có tác dụng làm tăng góc trông ảnh bằng cách tạo ra một ảnh ảo lớn hơn vật và nằm trong khoảng (giới hạn) nhìn rõ của mắt.

- Kính lúp đơn giản là một thấu kính hội tụ có tiêu cự ngắn (vài cm).

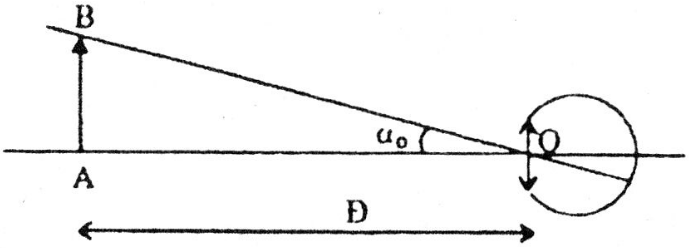
2. Cách ngắm chừng

- Vật đặt trong khoảng từ tiêu điểm vật đến quang tâm của kính. Ảnh ảo của kính lúp phải nằm trong khoảng nhìn rõ của mắt.
- Khi ngắm chừng ở cực cận thì ảnh A'B' qua kính lúp ở cực cận.

- Khi ngắm chừng ở cực viễn thì ảnh A'B' qua kính lúp ở cực viễn. Đối với mắt không có tật, ngắm chừng ở cực viễn còn gọi là ngắm chừng vô cực.



3. Số (độ) bội giác của kính



- Số (độ) bội giác của kính

$$\boxed{G = \frac{\alpha}{\alpha_o} = \frac{\tan\alpha}{\tan\alpha_o}}$$

α: Góc trông ảnh qua kính

α_o: Góc trông vật đặt ở điểm cực cận

Số bội giác của kính lúp

$$\boxed{G = k\frac{Đ}{|d'| + l}}$$

Khi ngắm chừng ở cực cận $\boxed{G_c = k_c}$

Khi ngắm chừng ở vô cực $\boxed{G_v = \frac{Đ}{f}}$

V. Kính hiển vi

1. Công dụng

Kính hiển vi là một dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt làm tăng góc trông ảnh của những vật rất nhỏ, với số bội giác lớn hơn rất nhiều so với số bội giác của kính lúp.

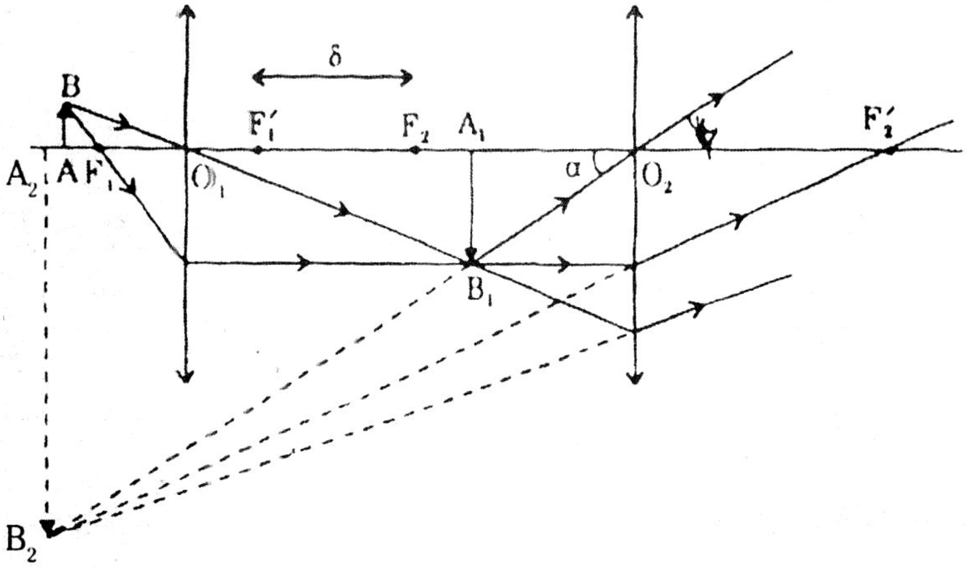
2. Cấu tạo

Vật kính (có tiêu cự rất ngắn cỡ mm) và thị kính (tiêu cự ngắn cỡ cm) đều là thấu kính hội tụ được đặt đồng trục và cách nhau một khoảng không đổi.

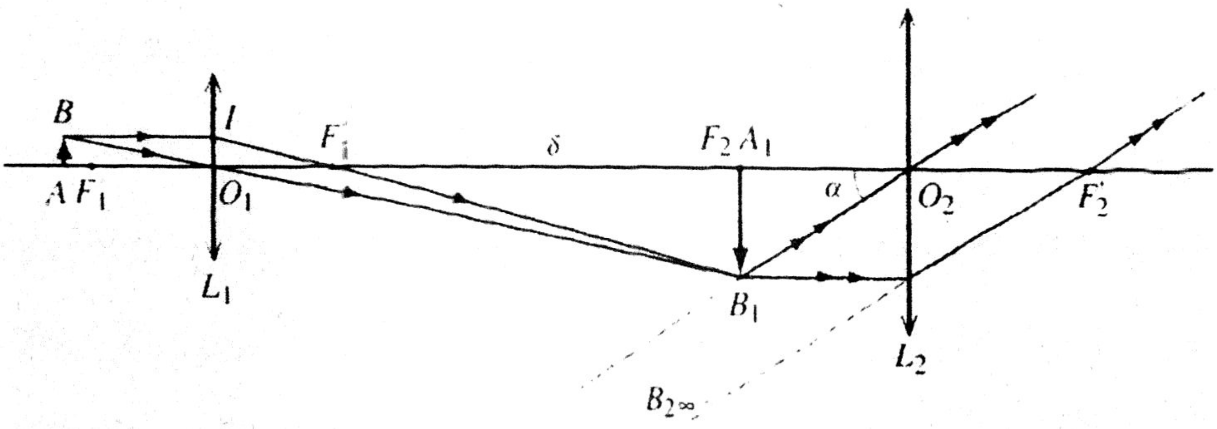
3. Cách ngắm chừng

- Ảnh cuối cùng cho bởi kính hiển vi là ảnh ảo, rất lớn so với vật và ngược chiều với vật.

- Để nhìn rõ ảnh A_2B_2, người ta thay đổi khoảng cách từ vật đến vật kính (bằng cách đưa toàn bộ ống kính lên xuống) để A_2B_2 nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.



4. Số bội giác của kính hiển vi



Khi ngắm chừng ở vô cực (ảnh cuối cùng ở ∞)

$$\boxed{G_\infty = |k_1|.G_2 = \frac{\delta Đ}{f_1 f_2}}$$

$\delta = F'_1F_2$: Độ dài quang học

f_1, f_2: Tiêu cự vật kính và thị kính

V. Kính thiên văn

1. Công dụng và nguyên tắc cấu tạo:

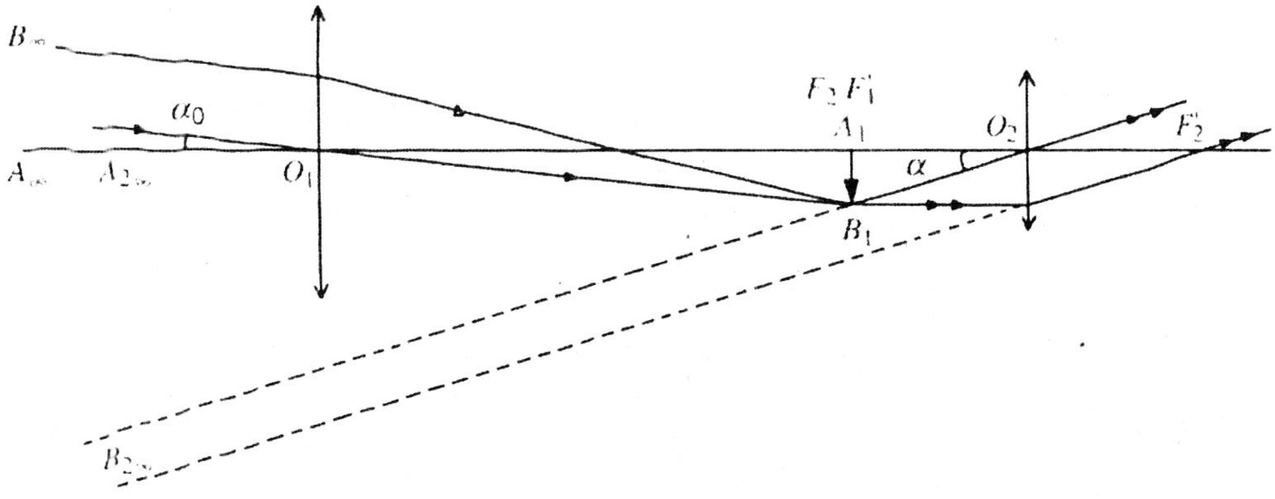
Kính thiên văn là dụng cụ quang học bổ trợ cho mắt làm tăng góc trông ảnh của những vật ở rất xa.

- Nếu dùng thấu kính nhận ánh sáng từ vật: kính thiên văn khúc xạ.
- Nếu dùng gương kính nhận ánh sáng từ vật: kính thiên văn phản xạ.

2. Cấu tạo

Vật kính (có tiêu cự dài cỡ m) và thị kính (có tiêu cự ngắn vài cm) đều là thấu kính hội tụ được đặt đồng trục, khoảng cách giữa chúng có thể thay đổi.

3. Cách ngắm chừng



Ảnh cuối cùng cho bởi kính thiên văn là ảnh ảo.

Để nhìn rõ ảnh A_2B_2, người ta thay đổi khoảng cách giữa hai kính để A_2B_2 nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt.

Khi ngắm chừng ở vô cực thì F'_1 trùng với F_2. ($O_1O_2 = f_1 + f_2$)

4. Số bội giác

$$\boxed{G_\infty = \frac{f_1}{f_2}}$$

B. BÀI TẬP CÓ LỜI GIẢI

Bài 1: **Một lăng kính bằng thủy tinh có chiết suất $n = 1,414 \approx \sqrt{2}$. Tiết diện thẳng của lăng kính là tam giác đều ABC. Chiếu một tia sáng đơn sắc nằm trong tiết diện thẳng vào mặt AB sao cho nó ló ra mặt AC với góc ló là 45°.**

1. Tính góc lệch giữa tia ló và tia tới.

2. Nếu tăng hoặc giảm góc tới vài độ thì góc lệch thay đổi thế nào? Tại sao?

GIẢI

1. Ta có: $\sin r_2 = \frac{\sin i_2}{n} = \frac{1}{2}$ $\Rightarrow r_2 = 30^\circ$

mà $r_1 + r_2 = A$ $\Rightarrow r_1 = A - r_2 = 30^\circ$

$$\sin i_1 = n\sin r_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i_1 = 45^o$$

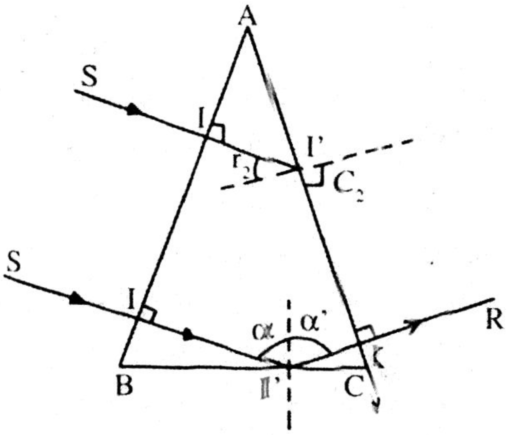
Vậy góc lệch D là: $D = i_1 + i_2 - A = 45^o + 45^o - 60^o = 30^o$

2. Theo câu 1, ta có $i_1 = 45^o$ và $r_1 = r_2 = 30^o$ nên tia tới và tia ló đối xứng nhau qua mặt phẳng phân giác góc chiết quang A. Lúc này góc lệch D đạt giá trị cực tiểu.

Vì vậy khi tăng hoặc giảm góc tới vài độ thì góc lệch D sẽ tăng.

Bài 2: **Một lăng kính có chiết suất n = 2. Tiết diện thẳng của lăng kính là một tam giác ABC cân tại A và có góc A bằng 30°. Chiếu một tia sáng SI tới vuông góc với mặt bên AB tại I (I không trùng với A hoặc B). Hãy vẽ đường đi của tia sáng qua lăng kính. Giải thích cách vẽ và xét các trường hợp có thể xảy ra.**

GIẢI



* Tia sáng SI vuông góc với AB nên không khúc xạ.

* *Trường hợp 1:*

Tia II' gặp AC tại I' với góc tới $r_2 = A = 30^o$

Theo định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$$\sin i_2 = n.\sin r_2 = 2.\sin 30^o = 1$$
$$= 90^o$$
$$\Rightarrow \quad i_2 = 90^o$$

Vậy tia ló ra khỏi lăng kính nằm là là trên mặt AC.

* *Trường hợp 2:*

Tia II' gặp BC tại I' với góc tới α. Ta có $\alpha = \widehat{B}$ (góc có cạnh tương ứng vuông góc)

Do tam giác ABC cân và $\widehat{A} = 30^o \Rightarrow \widehat{B} = \widehat{C} = 75^o$.

Mà $\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} \Rightarrow i_{gh} = 30^o$.

Ta thấy $\alpha = 75^o > i_{gh}$ và tia sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường kém chiết quang hơn nên có phản xạ toàn phần tại I'.

Theo định luật phản xạ ánh sáng $\alpha' = \alpha = 75^o$, ta có tia phản xạ tại I' vuông góc với AC tại K cho tia ló KR cũng vuông góc với AC.

Nếu I' trùng với C thì ta có một tia ló theo AC và một tia ló vuông góc với AC vì tia sáng tới đồng thời hai mặt phân cách AC và BC.

Bài 3: **Một lăng kính làm bằng chất trong suốt có chiết suất n, có tiết diện là một tam giác ABC cân tại A. Chiếu một tia sáng tới vuông góc với mặt bên AB tại I đi trong lăng kính đến mặt AC tại J và phản xạ toàn phần gặp AB tại K, tiếp tục phản xạ toàn phần tại K tới vuông góc với BC.**

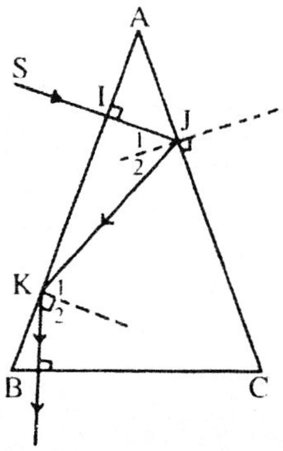
a. Tính các góc A, B, C của lăng kính.

b. Tìm điều kiện về chiết suất n của lăng kính để thỏa đường đi của ánh sáng như trên.

GIẢI

1. Từ hình vẽ, ta có: $\widehat{J_1} = \widehat{A}$ và $\widehat{K_2} = \widehat{B}$ (góc có cạnh tương ứng vuông góc).

Còn $\widehat{K_1} = \widehat{J_1} + \widehat{J_2}$ (so le).



Theo định luật phản xạ ánh sáng, ta lại có: $\widehat{J_1} = \widehat{J_2}$; $\widehat{K_1} = \widehat{K_2}$ nên ta được: $\widehat{B} = \widehat{C} = 2\widehat{A}$

Mà $\widehat{A} + \widehat{B} + \widehat{C} = 180^\circ \Rightarrow \widehat{B} = \widehat{C} = 72^\circ$; $\widehat{A} = 36^\circ$

2. Để có phản xạ toàn phần tại J thì

$\widehat{J_1} = \widehat{A} \geq i_{gh}$, còn tại K thì $\widehat{K_1} = \widehat{B} \geq i_{gh}$

Mà $\widehat{B} = 2\widehat{A}$ nên chỉ cần $\widehat{A} \geq i_{gh}$ (*)

Do $\widehat{A}$ và i_{gh} là góc nhọn nên từ (*),

ta có $\sin\widehat{A} \geq \sin i_{gh} = \dfrac{1}{n}$

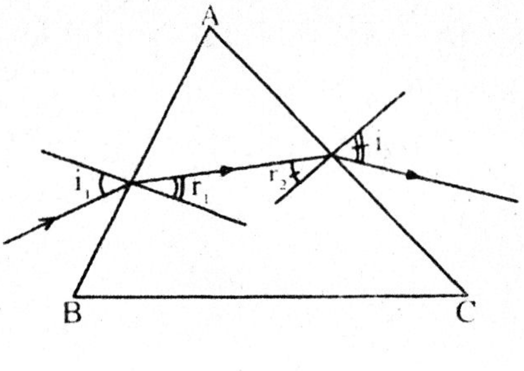
$$\Rightarrow n \geq \frac{1}{\sin\widehat{A}} = \frac{1}{\sin 36^\circ} \Rightarrow n \geq 1{,}7$$

Bài 4: **Một lăng kính làm bằng chất trong suốt có chiết suất n đặt trong không khí. Hãy tìm điều kiện về góc chiết quang A và góc tới i_1 để khi chiếu một tia sáng tới mặt bên AB sẽ cho tia ló ra ở mặt AC.**

GIẢI

* Điều kiện về góc chiết quang A:

- Để có tia ló ra ở mặt AC thì $r_2 \leq i_{gh}$ (1)



- Khi chiếu tia sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường kém chiết quang, nếu góc tới bằng i_{gh} thì tia khúc xạ nằm là là trên mặt phân cách (góc khúc xạ bằng 90°). Theo tính thuận nghịch về đường truyền ánh sáng, nếu tia sáng đi từ môi trường kém chiết quang sang môi trường chiết quang hơn thì góc khúc xạ lớn nhất bằng i_{gh} (lúc đó góc tới là 90°).

Như vậy, ta có $r_1 \leq i_{gh}$ (2)

Mà $A = r_1 + r_2$ (3)

Từ (1), (2), (3) ta được $A \leq 2i_{gh}$ với $\sin i_{gh} = \frac{1}{n}$

- Điều kiện về góc tới i_1:

Để có tia ló ở mặt AC thì $r_2 \leq i_{gh}$.

Mà $A = r_1 + r_2 \Rightarrow r_2 = A - r_1 \Rightarrow A - r_1 \leq i_{gh} \Rightarrow r_1 \geq A - i_{gh}$

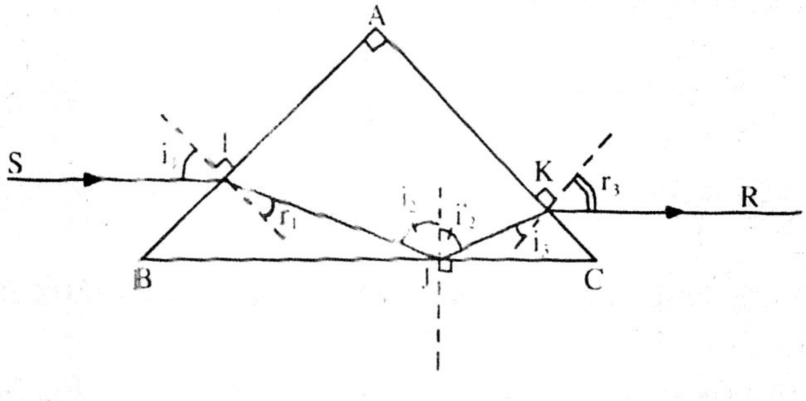
Do r_1 và $A - i_{gh}$ là những góc nhọn, vậy $\sin r_1 \geq \sin(A - i_{gh})$

Mà $\sin i_1 = n\sin r_1 \Rightarrow \sin i_1 \geq n\sin(A - i_{gh})$

Vậy điều kiện cần và đủ để có tia ló là: $A \leq 2i_{gh}$ và $\sin i_1 \geq n\sin(A - i_{gh})$

Bài 5: **Một lăng kính phản xạ toàn phần có tiết diện thẳng là một tam giác ABC vuông cân tại A có chiết suất $n = 1{,}414 \approx \sqrt{2}$. Chiếu một tia sáng SI song song với mặt huyền BC gặp mặt bên AB tại I (gần B hơn A). Hãy vẽ tiếp đường đi của tia sáng.**

GIẢI



$$\sin i_1 = n\sin r_1 \Rightarrow \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{n} \quad \text{với } i_1 = 45°;\ n = \sqrt{2}$$

ta tính được $\sin r_1 = \frac{1}{2} \Rightarrow r_1 = 30°$.

Do I gần B hơn A nên tia khúc xạ tại I gặp mặt huyền BC tại J, ta tính được góc tới $i_2 = 75°$.

Ta cũng có $\sin i_{gh} = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow i_{gh} = 45°$.

Vậy $i_2 > i_{gh}$ và tia sáng đi từ môi trường chiết quang hơn sang môi trường kém chiết quang nên xảy ra phản xạ toàn phần tại J. Tia phản xạ tại J gặp AC tại K với góc tới i_3, ta tính được $i_3 = 30^\circ$. Theo định luật khúc xạ ánh sáng, ta có:

$$\sin r_3 = n.\sin i_3 = \sqrt{2}.\frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad r_3 = 45^\circ$$

Vậy tia ló ở AC là KR sẽ song song với BC.

Bài 6: **Một thấu kính hai mặt lồi được chế tạo từ thủy tinh chiết suất n = 1,6 có tiêu cự f = 10cm trong không khí. Tìm tiêu cự của thấu kính nếu nhúng nó vào môi trường trong suốt có chiết suất.**

a. $n_1 = 1,5$

b. $n_2 = 1,7$

GIẢI

a. Tiêu cự của thấu kính trong không khí:

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \qquad (1)$$

Tiêu cực thấu kính trong môi trường chiết suất n_1:

$$\frac{1}{f_1} = \left(\frac{n}{n_1} - 1\right).\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \qquad (2)$$

Từ (1) và (2) $\Rightarrow f_1 = \dfrac{(n-1)f}{\dfrac{n}{n_1} - 1} = +90\text{cm}$

b. Tương tự, ta có:

$$f_2 = \frac{(n-1)f}{\dfrac{n}{n_2} - 1} = -102\text{cm}$$

Bài 7: **Một thấu kính hội tụ mỏng có một mặt cầu lồi và một mặt cầu lõm. Bán kính của mặt nọ lớn gấp 2 lần bán kính của mặt kia. Chiết suất của thủy tinh làm thấu kính là n = 1,6. Thấu kính có tiêu cự là 20cm.**

1. Tính bán kính của hai mặt cầu.

2. Đặt một vật sáng AB thẳng góc với trục chính của thấu kính và cách thấu kính 30cm. Xác định vị trí, tính chất và độ phóng đại ảnh.

3. Giữ thấu kính cố định, nếu dịch chuyển vật tiến dần về phía thấu kính một khoảng 20cm thì ảnh của vật dịch chuyển thế nào?

GIẢI

1. Ta có: $\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$

và $R_1 = -2R_2$ (Do 1 mặt lõm, 1 mặt lồi)

Từ đó: $R_1 = (n - 1)\frac{f}{2} = 6cm$ và $R_2 = -12cm$.

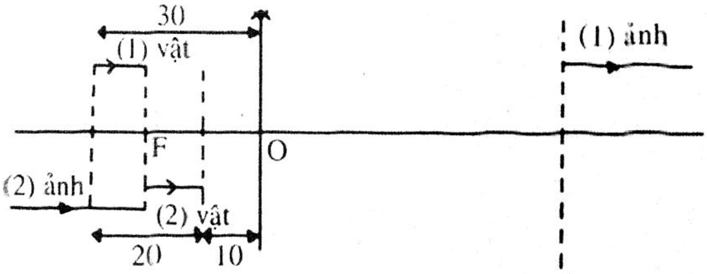
2. $d' = \frac{df}{d - f} = 60cm > 0$

$k = -\frac{d'}{d} = -2 < 0$

Vậy ảnh thu được là ảnh thật, trái chiều với vật, lớn gấp 2 lần vật và cách thấu kính 60cm.

3. Do vật và ảnh di chuyển cùng chiều (dựa vào công thức vị trí của thấu kính) và vật ở ngoài đoạn OF cho ảnh thật, trong đoạn OF cho ảnh ảo nên:

- Khi vật dịch chuyển lại gần thấu kính thêm 10cm (vật ở trên tiêu diện vật) thì ảnh sẽ di chuyển từ vị trí cách thấu kính 60cm ra xa thấu kính đến vô cực.



- Khi vật dịch chuyển lại gần thấu kính thêm 10cm nữa (vật di chuyển trong khoảng OF) thì ảnh ảo sẽ đi từ vô cực đến gần thấu kính và cách thấu kính 20cm.

Bài 8: **Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ tiêu cực 20cm có ảnh A'B' cách vật 18cm. Hãy xác định vị trí của vật và số phóng đại của ảnh. Vẽ ảnh.**

GIẢI

Ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d'} + \frac{1}{d} \Rightarrow d' = \frac{df}{d - f} = \frac{20d}{d - 20}$ (1)

Theo đề bài, khoảng cách từ vật đến ảnh là: $|d' + d| = 18cm$

* *Trường hợp 1:*

$d' + d = 18cm \Rightarrow d' = 18 - d$ (2)

Từ (1) và (2), ta được: $d^2 - 18d + 360 = 0$. Phương trình vô nghiệm.

* *Trường hợp 2:*

$d' + d = -18cm \Rightarrow d' = -18 - d$ (3)

Từ (1) và (3), ta được $d^2 + 18d - 360 = 0$. Giải phương trình trên, ta có:

- $d = 12cm \Rightarrow d' = -30cm \Rightarrow k = \frac{-d'}{d} = 2,5$
- $d = -30cm$ (loại)

Bài 9: **Một vật phẳng đặt song song với một màn ảnh và cách màn ảnh một đoạn L. Đặt một thấu kính hội tụ xen giữa vật và màn ảnh thì người ta thấy rằng có hai vị trí của thấu kính cho ảnh rõ nét trên màn ảnh. Tính tiêu cự của thấu kính.**

a. Khoảng cách hai thấu kính là *l*.

b. Ảnh này gấp k lần ảnh kia.

GIẢI

a. Vật và ảnh đều thật nên d, d' dương. Ta có:

$$d + d' = L;\ dd' = f(d + d') = fL$$

d, d' là nghiệm của phương trình: $d^2 - Ld + fL = 0$

- Điều kiện để có nghiệm là: $\Delta = L^2 - 4Lf \geq 0$

$$\Rightarrow \qquad L_{min} = 4f$$

- $d_1 - d_2 = l \Rightarrow \sqrt{L^2 - 4Lf} = l$

hay: $f = \frac{L^2 - l^2}{4L}$

b. Tương tự, do tính chất đối xứng của thấu kính nên ta có:

$$k = \left(\frac{d'}{d}\right)^2 \text{ hay } d' = d.\sqrt{k}$$

mà: $dd' = fL \quad \Rightarrow \quad f = \frac{dd'}{L} = \frac{d^2\sqrt{k}}{L}$ (1)

Mặt khác: $f = \frac{dd'}{d + d'} = \frac{d\sqrt{k}}{1 + \sqrt{k}}$ hay $f^2 = \frac{d^2k}{(1 + \sqrt{k})^2}$ (2)

Từ (1) và (2) suy ra: $f = \frac{L\sqrt{k}}{(1 + \sqrt{k})^2}$

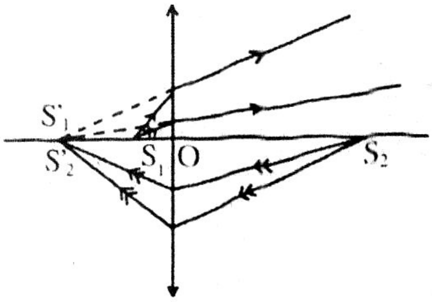
Bài 10: **Hai điểm sáng S_1 và S_2 đặt trên trục chính và ở hai bên của thấu kính, cách nhau 36cm, S_1 cách thấu kính 6cm. Hai ảnh của S_1 và S_2 qua thấu kính trùng với nhau.**

1. Tìm tiêu cự của thấu kính và vẽ ảnh của S_1 và S_2.

2. Thấu kính trên làm bằng thủy tinh có chiết suất là 1,5; hai mặt cầu giới hạn là hai mặt cầu lồi mà bán kính của mặt cầu này gấp đôi bán kính của mặt cầu kia. Tính bán kính của mỗi mặt cầu.

GIẢI

1. Vì S_1 và S_2 là hai điểm vật thật ở hai bên thấu kính cho hai ảnh S'_1 và S'_2 trùng nhau ở một bên thấu kính nên phải có một ảnh ảo và một ảnh thật.



$$\Rightarrow \quad d'_1 = -d'_2 \qquad (1)$$

Ta có: $$d'_1 = \frac{d_1 f}{d_1 - f} = \frac{6f}{6 - f} \qquad (2)$$

$$d'_2 = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{30f}{30 - f} \qquad (3)$$

Từ (1), (2), (3) $\Rightarrow f = 10cm \Rightarrow d'_1 = -15cm$; $d'_2 = 15cm$

2. Một mặt cầu có bán kính 15cm, một mặt cầu có bán kính 7,5cm.

Bài 11: Một vật phẳng nhỏ AB đặt trước một thấu kính L, cho một ảnh rõ nét trên một màn M. Cho vật dịch chuyển 2cm lại gần thấu kính và dịch chuyển màn M một khoảng 30cm thì ảnh lại rõ nét nhưng lớn bằng $\frac{5}{3}$ ảnh trước.

1. Thấu kính L là thấu kính gì và màn M phải dịch chuyển theo chiều nào?

2. Tính tiêu cự của thấu kính.

GIẢI

1.

- Trong bài này ảnh hiện rõ trên màn là ảnh thật và vật là vật thật nên thấu kính L là thấu kính hội tụ.
- Đối với thấu kính, vật và ảnh luôn di chuyển cùng chiều.

Trong bài này vật thật ở trước thấu kính và ảnh thật ở sau thấu kính. Do đó khi di chuyển vật lại gần thấu kính thì ảnh (hay màn M) di chuyển xa thấu kính.

2. • Ở vị trí một của vật, ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d'_1}$ (1) và $k_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}} = \frac{-d'_1}{d_1}$ (2)

• Ở vị trí hai của vật, ta có: $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{d'_2}$ và $k_2 = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = \frac{-d'_2}{d_2}$

Mà $d_2 = d_1 - 2$; $d'_2 = d'_1 + 30$; $A_2B_2 = \frac{5A_1B_1}{3}$ và cùng chiều nhau (vì A_1B_1 và A_2B_2 đều là ảnh thật và đều trái chiều với A_1B_1) nên:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1 - 2} + \frac{1}{d'_1 + 30} \ (3); \ k_2 = \frac{\overline{5A_1B_1}}{3\overline{AB}} = \frac{-(d'_1 + 30)}{(d_1 - 2)}$$

Từ (1) và (3), ta được: $15d_1(d_1 - 2) = d'_1(d'_1 + 30)$ (5)

Từ (2) và (4), ta được: $5d'_1(d_1 - 2) = 3d_1(d'_1 + 30)$ (6)

Chia từng vế hai phương trình (5) và (6), ta được: $\frac{3d_1}{d'_1} = \frac{d'_1}{3d_1} \Rightarrow d_1^{-2} = 9d_1^2$

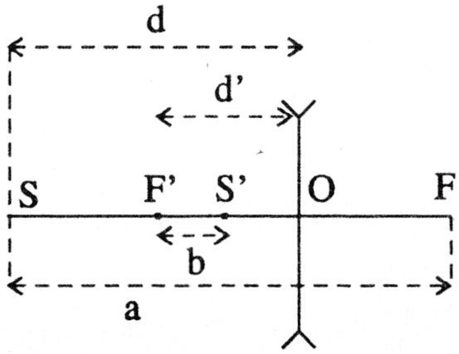
Mà d_1, d'_1 đều dương nên $d'_1 = 3d_1$ (7)

Thế (7) vào (6) ta được:

$$\Rightarrow d_1 = 20cm \Rightarrow d'_1 = 3d_1 = 60cm \Rightarrow f = \frac{d_1 . d'_1}{d_1 + d'_1} = \frac{20 . 60}{20 + 60} = 15cm$$

Bài 12: **Một điểm sáng S trên trục chính của thấu kính phân kì cách tiêu điểm vật chính một đoạn a > 0 cho ảnh S' cách tiêu điểm ảnh chính một đoạn b > 0. Tính tiêu cự thấu kính theo a và b.**

GIẢI



Thấu kính phân kì có:

$f < 0; d > 0; d' < 0.$

Theo hình vẽ ta có:

$d = f + a; d' = f + b$

Thay d, d' vào công thức $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ ta suy ra:

$f^2 = ab$ hay $f = -\sqrt{ab} < 0$.

Bài 13: **Một chùm sáng hội tụ tại S chiếu vào một lỗ tròn (tâm O, bán kính R = 10cm) trên màn (1). Sau màn (1), đặt một màn (2) cách màn (1) một đoạn a = 25cm và thu được trên màn (2) một vệt sáng tròn (có tâm I, bán kính r = 5cm). Ba điểm O, I, S thẳng hàng.**

Hỏi phải đặt ở lỗ tròn trên màn (1) một thấu kính (trục chính trùng với đường thẳng OI) có tiêu cự bao nhiêu để vệt sáng tròn trên màn (2) có đường kính không đổi.

GIẢI

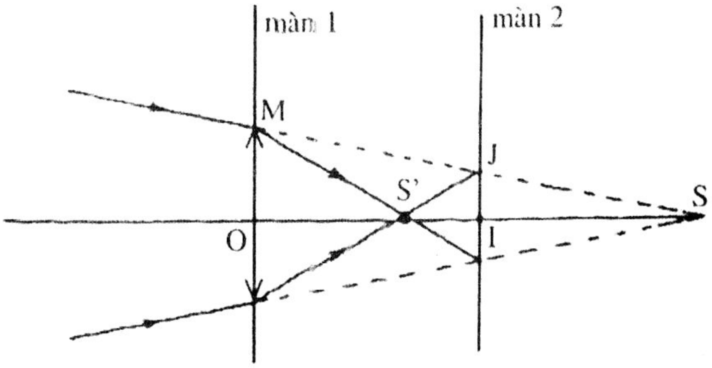
* *Trường hợp 1:* Nếu điểm hội tụ S ở sau màn (2) thì thấu kính đặt vào sẽ là thấu kính hội tụ.

Ta có $\Delta SIJ \backsim \Delta SOM \Rightarrow \frac{SI}{SO} = \frac{IJ}{OM} = \frac{r}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow SO = 2.SI$

Mà $SO = SI + IO = SI + a \Rightarrow SI + a = 2SI$

$\Rightarrow SI = a = 25cm \Rightarrow SO = 2a = 50cm$

Do S là vật ảo của thấu kính nên d = -50cm



Ta cũng có ΔS'IJ ∽ ΔS'OM

$$\Rightarrow \quad \frac{S'I}{S'O} = \frac{IJ}{OM} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad S'O = 2.S'I$$

Mà S'O = IO - S'I = a - S'I $\Rightarrow$ a - S'I = 2.S'I

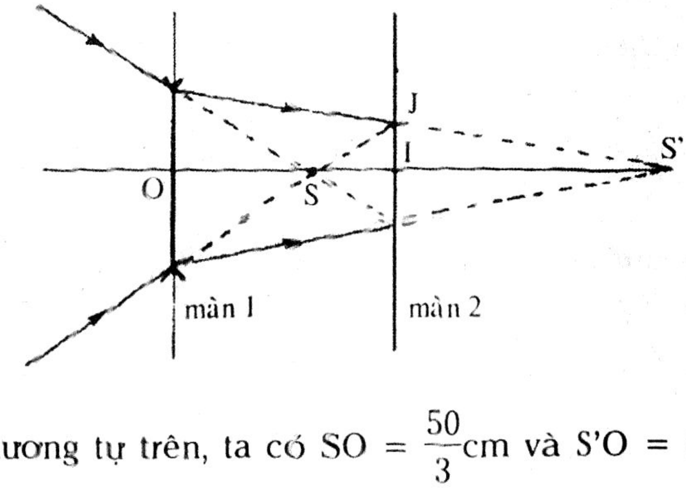
$$\Rightarrow S'I = \frac{a}{3} = \frac{25}{3}\text{cm}$$

$$\Rightarrow S'O = a - \frac{a}{3} = \frac{2a}{3} = \frac{50}{3}\text{cm}$$

Do S' là ảnh thật của thấu kính nên $d' = \frac{50}{3}$cm

$$f = \frac{dd'}{d + d'} = 25\text{cm}$$

* *Trường hợp 2:* Nếu điểm hội tụ S ở trước màn (2) thì thấu kính đặt vào là thấu kính phân kì.



Chứng minh tương tự trên, ta có $SO = \frac{50}{3}$cm và S'O = 50cm. Do S là vật ảo nên $d = \frac{-50}{3}$cm là S' là ảnh thật nên d' = 50cm ⇒ $f = \frac{dd'}{d + d'}$ = 25cn

Bài 14: **Một vật sáng AB = 2cm đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ (có tiêu cự 20cm) và cách thấu kính 30cm. Sau thấu kính, đặt gương phẳng vuông góc với trục chính, mặt phản xạ gương hướng về phía thấu kính và cách thấu kính 50cm. Xác định ảnh sau cùng cho bởi hệ. Vẽ ảnh.**

GIẢI

Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

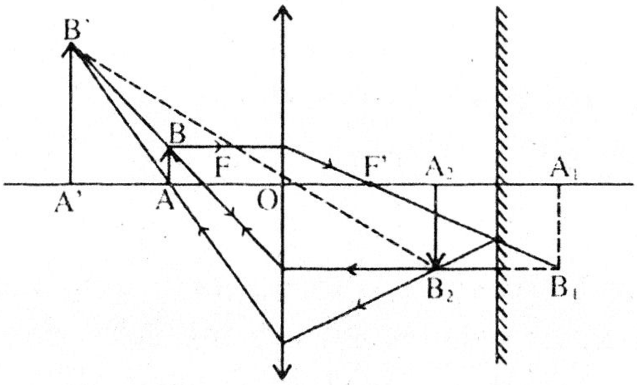
$$AB \xrightarrow{TK} A_1B_1 \xrightarrow{G} A_2B_2 \xrightarrow{TK} A'B'$$
$$d_1 \qquad d'_1 \qquad d_2 \qquad d'_2 \qquad d_3 \qquad d'_3$$

Ta có: $d'_1 = \dfrac{d_1 f}{d_1 - f} = 60cm;\ d_2 = a - d'_1 = -10cm$

$$d'_2 = -d_2 = 10cm;\ d_3 = a - d'_2 = 40cm;\ d'_3 = \frac{d_3 f}{d_3 - f} = 40cm$$

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{d'_1}{d_1}\cdot\frac{d'_2}{d_2}\cdot\frac{d'_3}{d_3} = +2 \Rightarrow A'B' = 2AB = 4cm$$

Vậy ảnh sau cùng là ảnh thật, cách thấu kính 40cm, cùng chiều với vật và cao 4cm.



Bài 15: **Một vật sáng AB đặt thẳng góc với trục chính của một thấu kính hội tụ L có tiêu cự 30cm. Không cùng phía với vật, đặt một gương phẳng M vuông góc với trục chính của thấu kính, mặt phản xạ quay về thấu kính và cách thấu kính một khoảng a. Xác định a để độ lớn của ảnh cuối cùng không phụ thuộc vị trí vật. Tính độ phóng đại của hệ thống lúc này.**

GIẢI

Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$AB \xrightarrow{TK} A_1B_1 \xrightarrow{M} A_2B_2 \xrightarrow{TK} A'B'$$
$$d_1 \qquad d'_1 \qquad d_2 \qquad d'_2 \qquad d_3 \qquad d'_3$$

Ta có: $d'_1 = \dfrac{30d_1}{d_1 - 30}$ $\qquad d_2 = \dfrac{ad_1 - 30a - 30d_1}{d_1 - 30}$

$d'_2 = -d_2 = \dfrac{30d_1 + 30a - ad_1}{d_1 - 30}$ $\qquad d_3 = \dfrac{2ad_1 - 60a - 30d_1}{d_1 - 30}$

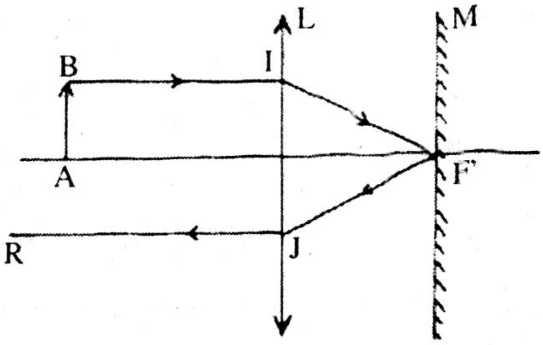
- Gọi k là độ phóng đại của hệ thống, ta có: $k = \dfrac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \dfrac{-d'_1}{d_1}.\dfrac{d'_2}{d_2}.\dfrac{d'_3}{d_3}$

$$\Rightarrow k = \frac{30}{d_1 - 30}.\frac{30}{d_3 - 30} = \frac{900}{(d_1 - 30)\left(\dfrac{2ad_1 - 60a - 30d_1}{d_1 - 30} - 30\right)}$$

$$\Rightarrow k = \frac{900}{2ad_1 - 60a - 60d_1 + 900} = \frac{900}{2d_1(a - 30) - 60a + 900}$$

Ta thấy để độ lớn của ảnh cuối cùng không phụ thuộc vị trí của vật thì a - 30 = 0

$$\Rightarrow a = 30\text{cm} \Rightarrow k = \frac{900}{-60a + 900} = -1$$



(Trong trường hợp này ta thấy gương M phải đặt trùng với tiêu diện và dễ dàng kiểm tra lại bằng phép vẽ sau: Khi AB dịch chuyển thì các tia BI, IF', F'J và JR không đổi, mà B' ở trên tia JR ⇒ độ lớn ảnh luôn không đổi).

Bài 16: **Có hai thấu kính: Thấu kính hội tụ L_1 (có tiêu cự 20cm) và thấu kính phân kì L_2 (có tiêu cự -15cm) được đặt đồng trục và cách nhau 50cm. Trước L_1 đặt một vật sáng AB = 2cm vuông góc với trục chính và cách L_1 30cm.**

1. Xác định vị trí, tính chất, độ phóng đại và độ lớn của ảnh cuối cùng cho bởi hệ. Vẽ ảnh.

2. Vật AB và thấu kính L_1 được giữ cố định. Hỏi L_2 phải đặt cách L_1 bao nhiêu để ảnh qua hệ luôn là ảnh thật.

GIẢI

1. Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

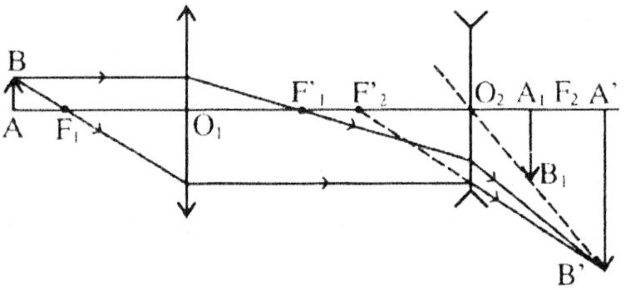
$$AB \xrightarrow{L_1} A_1B_1 \xrightarrow{L_2} A'B'$$
$$d_1 \qquad d'_1 \qquad d_2 \qquad d'_2$$

$d'_1 = 60\text{cm}$; $d_2 = a - d'_1 = -10\text{cm} \Rightarrow d'_2 = \dfrac{d_2f_2}{d_2 - f_2} = 30\text{cm} > 0$

$$k = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{d'_1}{d_1}.\frac{d'_2}{d_2} = -6$$

$\Rightarrow$ A'B' = 6.AB = 12cm

Vậy ảnh sau cùng là ảnh thật, có độ phóng đại là 6, ngược chiều với vật và cao 12cm.



2. Theo đề bài, ta vẫn có:

$$d_1 = 30cm;\ d'_1 = 60cm,\ d_2 = a' - 60;\ d'_2 = \frac{15(60 - a')}{a' - 45}$$

$$d_2 = a' - d'_1 = a' - 60$$

Với a' là khoảng cách giữa hai thấu kính.

Để ảnh qua hệ là ảnh thật, ta có $d'_2 > 0$.

a'	0		45cm		60cm		∞
15(60 - a')		+	|	+	0	−	
a' - 45		−	0	+	|	+	
d'_2		−	‖	+	0	−	

Vậy 45cm < a' < 60cm

Bài 17: **Hai thấu kính L_1 (có tiêu cự f_1) và L_2 (có tiêu cự f_2) đặt đồng trục. Một vật sáng AB đặt thẳng góc với trục chính, trước thấu kính L_1 (và không cùng phía với thấu kính L_2).**

Xác định khoảng cách a giữa hai thấu kính để độ lớn của ảnh cuối cùng qua hệ thống không phụ thuộc vị trí vật. Tính độ phóng đại của ảnh trong trường hợp này. Kiểm tra lại kết quả từ phép vẽ.

GIẢI

- Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$AB \xrightarrow{TK\ L_1} A_1B_1 \xrightarrow{TK\ L_2} A'B'$$
$$d_1 \qquad d'_1 \qquad d_2 \qquad d'_2$$

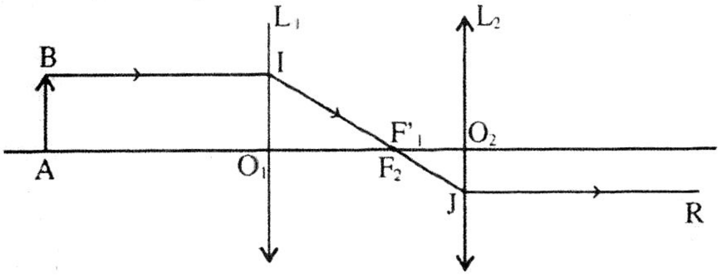
Ta có: $d'_1 = \dfrac{d_1f_1}{d_1 - f_1} \Rightarrow \dfrac{d'_1}{d_1} = \dfrac{f_1}{d_1 - f_1};\ d'_2 = \dfrac{d_2f_2}{d_2 - f_2} \Rightarrow \dfrac{d'_2}{d_2} = \dfrac{f_2}{d_2 - f_2}$

$$k = \frac{d'_1}{d_1}.\frac{d'_2}{d_2} = \frac{f_1}{d_1 - f_1}\,\frac{f_2}{d_2 - f_2} \text{ với } d_2 = a - d'_1 = a - \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1}$$

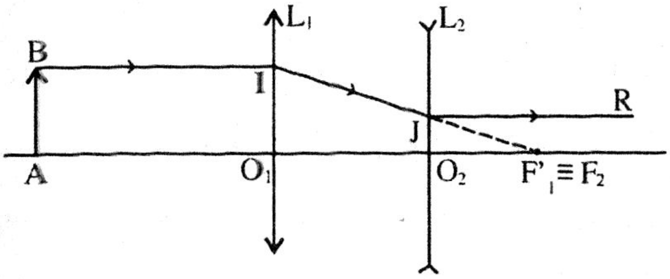
$$\Rightarrow \quad k = \frac{f_1f_2}{(d_1 - f_1)\left(a - \dfrac{d_1f_1}{d_1 - f_1} - f_1\right)} = \frac{f_1f_2}{d_1(a - f_1 - f_2) - af_1 + f_1f_2}$$

Ta thấy để độ lớn của ảnh cuối cùng không phụ thuộc vị trí vật thì $a - f_1 - f_2 = 0 \Rightarrow a = f_1 + f_2$

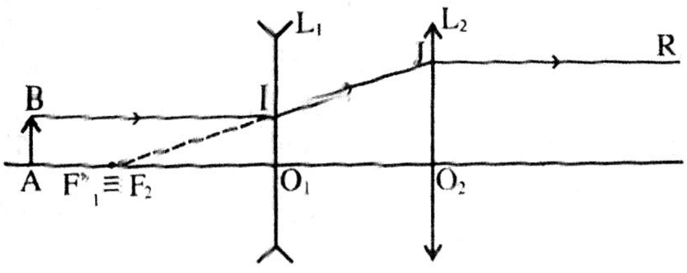
- Điều này chỉ xảy ra khi cả hai thấu kính L_1 và L_2 đều là thấu kính hội tụ hoặc một thấu kính hội tụ và một thấu kính phân kì nhưng tiêu cự của thấu kính hội tụ phải lớn hơn thấu kính phân kì.
- Lúc này, ta có: $k = \dfrac{f_1f_2}{-af_1 + f_1f_2} = \dfrac{f_1f_2}{-(f_1+f_2)f_1 + f_1f_2} = \dfrac{-f_2}{f_1}$
- Kiểm tra lại từ phép vẽ: Khi $a = f_1 + f_2$ ta có tiêu điểm ảnh của thấu kính thứ nhất (F'_1) phải trùng với tiêu điểm vật của thấu kính thứ hai (F_2).
- *Trường hợp 1:* L_1 và L_2 đều là thấu kính hội tụ.



- *Trường hợp 2:* L_1 là thấu kính hội tụ, L_2 là thấu kính phân kì.



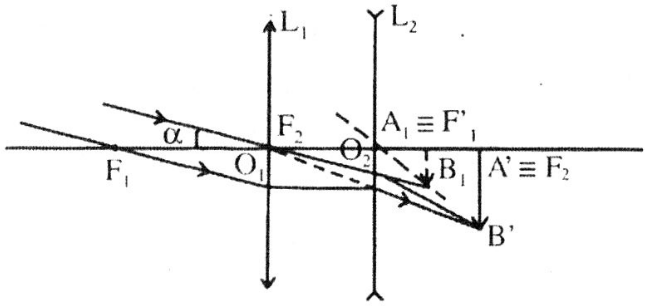
- *Trường hợp 3:* L_1 là thấu kính phân kì, L_2 là thấu kính hội tụ.



Trong các hình vẽ trên, ta thấy khi AB di chuyển thì các tia BI, I và JR không thay đổi. Mà ảnh B' luôn nằm trên JR nên luôn có độ lớn bằng JO_2.

Bài 18: **Hai thấu kính L_1 và L_2 được đặt đồng trục có tiêu cự lần lượt là $f_1 = 30cm$ và $f_2 = -20cm$ đặt cách nhau một khoảng $a = 20cm$. Một vật AB đặt vuông góc với trục chính và cách L_1 một khoảng khá xa và có góc trông vật AB là 0,05 rad. Xác định vị trí, tính chất và độ lớn của ảnh cho bởi hệ thống.**

GIẢI



Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$AB \xrightarrow{\text{TK } L_1} A_1B_1 \xrightarrow{\text{TK } L_2} A'B'$$
$$\quad d_1 \qquad d'_1 \qquad d_2 \qquad d'_2$$

Đối với ảnh A_1B_1, ta có: d_1 khá lớn nên $d'_1 = f_1 = 30cm$.

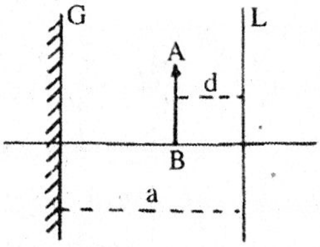
Đối với ảnh A_2B_2, ta có: $d_2 = a - d'_1 = -10cm$; $d'_2 = 20cm > 0$

$$\text{Ta có } \tan\alpha \approx \alpha = \frac{A_1B_1}{f_1} \Rightarrow A_1B_1 = f_1.\alpha = 1{,}5cm$$

$$\frac{A'B'}{A_1B_1} = \left|\frac{d'_2}{d_2}\right| = 2 \Rightarrow A'B' = 2.A_1B_1 = 3cm$$

Vậy ảnh cuối cùng là ảnh thật, cao 3cm, cách thấu kính L_2 một khoảng 20cm.

Bài 19: **Cho hệ quang học như hình vẽ. L là thấu kính, G là gương phẳng, AB là vật sáng đặt cách L một đoạn d = 10cm. Khi không có G ảnh của AB là ảnh thật và cách L một đoạn 15cm. Khi có G thì hệ tạo thêm một ảnh thật thứ hai cách ảnh thật thứ nhất một đoạn 6cm.**



1. **Xác định loại thấu kính, tiêu cự thấu kính và khoảng cách a giữa G và L. Vẽ hai ảnh trên cùng một hình.**
2. **Vị trí hai ảnh thay đổi thế nào khi tịnh tiến G đến AB (AB và L giữ nguyên).**

GIẢI

1. Do A'B' thật $\Rightarrow d' > 0$, mà $d > 0$

$$\Rightarrow \quad f = \frac{dd'}{d + d'} = \frac{10\,.\,15}{10 + 15} = 6cm > 0$$

$\Rightarrow$ thấu kính L là thấu kính hội tụ.

Khi có L và G, ngoài ảnh A'B' trên ta còn có:

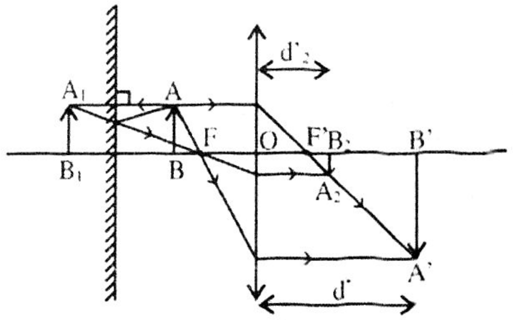
$$AB \xrightarrow{\quad G \quad} A_1B_1 \xrightarrow{\quad L \quad} A_2B_2$$

$$\underbrace{\quad}_{d_1}\;\underbrace{\quad}_{d'_1}\;\underbrace{\quad}_{d_2}\;\underbrace{\quad}_{d'_2}$$

$d_1 = a - d = a - 10cm;\ d'_1 = -d_1 = 10cm - a$

$d_2 = a - d'_1 = 2a - 10$

$$\Rightarrow \quad d'_2 = \frac{d_2 f}{d_2 - f} = \frac{(2a - 10)6}{2a - 16}$$



Do A_1B_1 đối xứng với AB qua G nên $d_2 > d \Rightarrow d'_2 < d'$

(vì $\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'}$ = hằng số với f, d, d' trong bài này đều dương)

$\Rightarrow d' - d'_2 = 6cm \Rightarrow d'_2 = d' - 6 = 9cm \Rightarrow a = 14cm.$

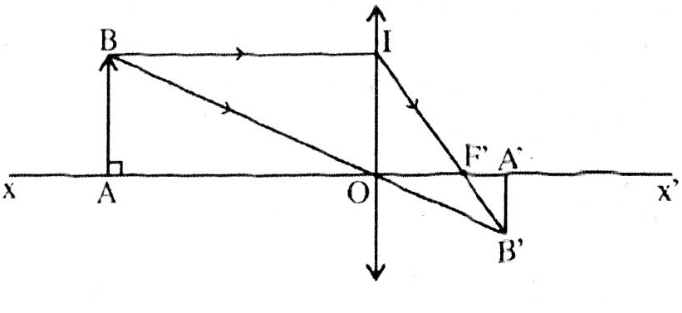
2. Khi G tiến đến AB thì a giảm $\Rightarrow d_2 = 2a - 10$ cũng giảm nên d'_2 tăng lên do đó A_2B_2 tiến về phía A'B'. Khi G sát AB thì A_2B_2 trùng với A'B'.

Bài 20: **Đặt vật sáng AB = 2cm thẳng góc với trục chính xx' của một thấu kính, ta thu được ảnh ngược chiều A'B' = 1cm và cách AB một khoảng 2,25m.**

1. **Bằng cách vẽ hình, xác định vị trí, tiêu cự của thấu kính và chỉ rõ thấu kính thuộc loại gì?**
2. **Thay thấu kính đó bằng một thấu kính hội tụ L_1 có tiêu cự f_1 = 35,2cm, có trục chính trùng với xx' và cách AB một khoảng 1,76m. Để thu được ảnh thật A"B" của AB trùng với ảnh A'B' nói trên, ta đặt thêm một thấu kính L_2. Hỏi L_2 thuộc loại thấu kính gì? Tìm tiêu cự của L_2 và khoảng cách giữa L_1 và L_2.**

GIẢI

1.



- Dựng AB cao 2cm và A'B' cao 1cm (theo một tỉ lệ xích đã chọn) vuông góc với xx' và ngược chiều nhau.
- Nối BB' cắt trục chính tại O, ta có O là quang tâm của thấu kính.
- Qua O dựng đoạn thẳng vuông góc với trục chính, đó là vết của thấu kính.

- Từ B vẽ tia tới song song với trục chính sau khi qua thấu kính qua ảnh B' cắt trục chính tại F', ta có F' là tiêu điểm ảnh chính.
- Do tiêu điểm ảnh chính ở sau thấu kính nên thấu kính trên là thấu kính hội tụ.
- Trên hình vẽ, hai cặp tam giác OAB đồng dạng OA'B'; F'OI đồng dạng F'A'B' mà AB = OI = 2A'B'

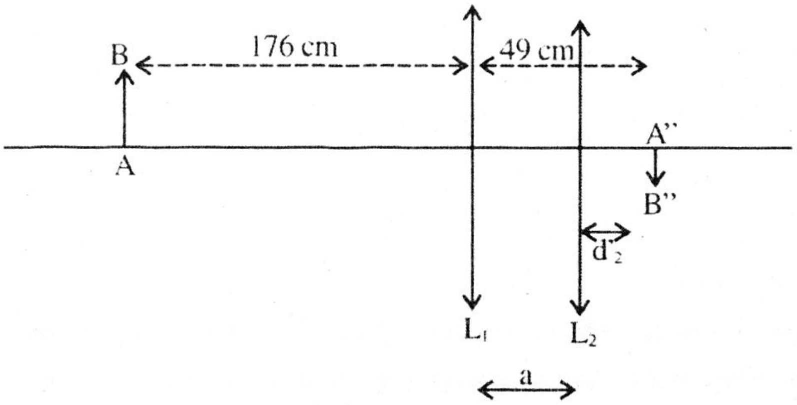
và OA' + OA = 225cm ⇒ OF' = f = 50cm

2. a. Khi L_1 đặt trước L_2, ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$AB \xrightarrow{\text{TK } L_1} A_1B_1 \xrightarrow{\text{TK } L_2} A''B''$$

$$d_1 \qquad d'_1 \qquad d_2 \qquad d'_2$$

$$d_1 = 176\text{cm};\ d'_1 = \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1} = 44\text{cm};\ d_2 = a - 44$$



Theo đề bài A''B'' trùng với A'B' nên A''B'' = 1cm và cách AB một khoảng 225cm.

Vậy ảnh thật A''B'' cách L_2:

$$d'_2 = (225 - 176) - a = 49 - a$$

Theo đề bài, ta lại có:

$$k = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{AB}} = \frac{d'_1}{d_1}\cdot\frac{d'_2}{d_2} = -\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{44}{176}\cdot\frac{(49 - a)}{a - 44} = -\frac{1}{2} \Rightarrow a = 39\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad d_2 = a - d'_1 = -5\text{cm};\ d'_2 = 49 - a = 10\text{cm} \Rightarrow f_2 = -10\text{cm}$$

Vậy L_2 là thấu kính phân kì có tiêu cự 10cm, đặt cách L_1 một khoảng 39cm.

b. Khi L_2 đặt trước L_1, giải bài toán tương tự trên nhưng nghiệm của a không chọn được.

Bài 21: **Mắt một người có cực cận cách mắt 14cm, cực viễn cách mắt 100cm.**

1. Mắt này có tật gì? Cách sửa?

2. Khi đeo kính, phải đặt sách cách mắt bao nhiêu mới nhìn rõ chữ? Biết kính đeo sát mắt.

GIẢI

1. Mắt người có cực cận và cực viễn ở gần mắt hơn bình thường nên mắt người này có tật cận thị.

Người này phải đeo kính phân kì để "giảm độ tụ của thủy tinh thể", lúc đó nhìn vật ở xa vô cực không phải điều tiết; muốn vậy, ảnh ảo của vật qua kính đeo phải ở cực viễn của mắt, ta có: $d'_v = -OC_v = -100cm$.

Suy ra: $f = d'_v = -100cm = -1m \Rightarrow D = \frac{1}{f} = -1$ điốp

2. Khi đeo kính, để nhìn rõ chữ thì ảnh ảo của vật (chữ) qua kính đeo phải ở cực cận của mắt. Ta có:

$$d'_c = -OC_c = -14cm \Rightarrow d_c = \frac{d'_c f}{d'_c - f} \approx 16{,}3cm$$

Bài 22: **Một người viễn thị không đeo kính nhìn rõ vật cách mắt 50cm, khi đeo kính nhìn rõ vật cách mắt 25cm.**

1. Tìm độ tụ của thấu kính phải đeo.

2. Khi đeo kính, nhìn vật cách mắt 30cm thấy vật ở đâu? Có điều tiết tối đa hay chưa?

Biết kính đeo sát mắt.

GIẢI

1. Khi đeo kính, vật cách mắt (hay cách kính) 25cm ($d_C = 25cm$) qua kính đeo cho ảnh ảo của vật cách mắt (hay cách kính) 50cm ($d'_c = -50cm$). Ta có:

$$f = \frac{d_c \cdot d'_c}{d_c + d'_c} = 50cm = 0{,}5m \Rightarrow D = \frac{1}{f} = 2 \text{ điốp}$$

2. Tương tự trên, ta có $d = 30cm \Rightarrow d' = \frac{df}{d - f} = -75cm$

Vậy mắt thấy vật cách mắt 75cm. Mà $OC_c = 50cm$ nên người này chưa điều tiết tối đa.

Bài 23: **Mắt một người cận thị có khoảng thấy rõ ngắn nhất là 12,5cm và giới hạn nhìn rõ là 37,5cm.**

1. Hỏi người này phải đeo kính có độ tụ bằng bao nhiêu để nhìn rõ được các vật ở vô cực mà không phải điều tiết. Người đó đeo kính có độ tụ như thế nào thì sẽ không thể nhìn thấy rõ được bất kì vật nào trước mắt? Coi kính đeo sát mắt.

2. Người này không đeo kính, cầm một gương phẳng đặt sát mắt rồi dịch gương lùi dần ra xa mắt và quan sát ảnh của mắt trong gương. Hỏi tiêu cự của thủy tinh thể thay đổi như thế nào trong khi mắt nhìn thấy rõ ảnh? Độ lớn của ảnh và góc trông ảnh có thay đổi không? Nếu có thì tăng hay giảm?

GIẢI

1. Khoảng cách từ mắt đến điểm cực viễn: $OC_v = 12,5 + 37,5 = 50cm$

Kính đặt sát mắt nên tiêu cự của kính: $f = -OC_v = -50cm = -0,5m$

$\Rightarrow$ Độ tụ kính: $D = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0,5} = -2$ điốp

- Nếu kính là thấu kính hội tụ thì ảnh ảo sẽ nằm trước kính từ sát kính đến xa vô cùng nghĩa là luôn có những vị trí đặt vật cho ảnh ảo nằm trong giới hạn nhìn rõ của mắt và mắt luôn có thể nhìn rõ được những vật đó. Đối với thấu kính phân kì thì ảnh của mọi vật là ảo nằm trong khoảng từ kính đến tiêu điểm ảnh F' $\Rightarrow$ nếu F' nằm bên trong điểm cực cận thì mắt không thể nhìn rõ được bất kì vật nào:

$$OF' < OC_c \Rightarrow -f < 12,5cm \Rightarrow f > -12,5cm = -0,125m$$

$$\Rightarrow D = \frac{1}{f} < \frac{1}{-0,125} = -8 \text{ điốp}$$

vậy khi đeo kính có độ tụ D < -8 điốp thì người này sẽ không thể nhìn thấy rõ bất kì vật nào trước mắt.

2. Khi gương lùi đến vị trí ảnh của mắt trong gương hiện lên ở điểm cực cận C_c thì mắt phải điều tiết tối đa, tiêu cự của thủy tinh thể nhỏ nhất. Khi đưa ra xa, khoảng cách giữa mắt và ảnh tăng lên, do đó tiêu cự của thủy tinh thể tăng dần để ảnh hiện rõ nét trên võng mạc. Khi ảnh hiện lên ở điểm cực viễn C_v thì mắt không phải điều tiết, thủy tinh thể có tiêu cự lớn nhất.

Ảnh qua gương phẳng có độ cao luôn bằng vật, đối xứng với vật qua gương phụ thuộc vào khoảng cách từ vật đến gương. Tuy nhiên góc trông ảnh giảm vì khoảng cách từ ảnh mắt tăng lên.

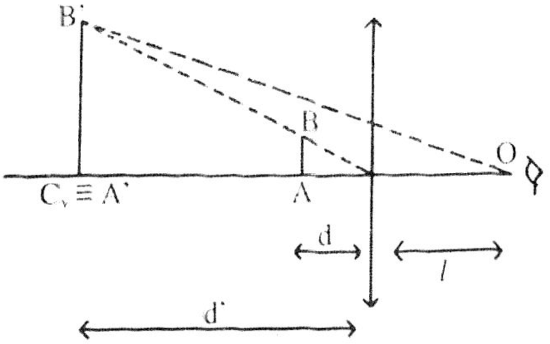
Bài 24: **Một người có giới hạn nhìn rõ từ 18cm đến 140cm, dùng một kính lúp có tiêu cự 6cm để quan sát vật AB cao 0,1mm. Mắt đặt sau kính lúp và cách kính 8mm.**

1. Tính góc trông trực tiếp vật đó. Khi vật đặt ở cực cận của mắt.

2. Tính góc trông ảnh của vật qua kính lúp trong trường hợp mắt không điều tiết. Suy ra số bội giác của kính lúp trong trường hợp này.

GIẢI

1. Ta có: $\tan\alpha_o \approx \frac{AB}{OC_c} = \frac{AB}{Đ} = \frac{0,1}{180} \Rightarrow \alpha_o \approx 5,56.10^{-4}$ rad



2. Khi mắt không điều tiết, ảnh ảo của vật qua kính lúp ở C_v của mắt ta có:

$$d' = l - OC_v = 8 - 140 = -132\text{cm} \Rightarrow d \approx 5{,}74\text{cm}$$

$$\Rightarrow \quad \frac{A'B'}{AB} = \left|\frac{d'}{d}\right| = 23 \Rightarrow A'B' = 23.AB = 2{,}3\text{mm}$$

$$\text{tg}\alpha \approx \alpha = \frac{A'B'}{OC_v} = \frac{2{,}3}{1400} \approx 16{,}43.10^{-4}\text{rad}$$

Vậy số bội giác $G = \dfrac{\alpha}{\alpha_o} \approx 3$

Bài 25: **Mắt một người có giới hạn nhìn rõ từ 16cm đến 120cm. Mắt người đặt tại tiêu điểm ảnh của một kính lúp có tiêu cự 4cm. Hỏi vật cần quan sát phải đặt trong khoảng nào? Suy ra phạm vi ngắm chừng của kính đối với người ấy? Tính số bội giác của kính lúp.**

GIẢI

- Khi ảnh ảo của kính lúp ở cực cận của mắt:

  Do mắt đặt tại tiêu điểm ảnh của kính lúp nên:

$$d'_c = l - OC_c = f - OC_c = 12\text{cm} \quad \Rightarrow \quad d_c = \frac{d'_c f}{d'_c - f} = 3\text{cm}$$

- Khi ảnh ảo của kính lúp ở cực viễn của mắt:

$$d'_v = l - OC_v = f - OC_v = 116\text{cm} \quad \Rightarrow \quad d_v = \frac{d'_v f}{d'_v - f} \approx 3{,}87\text{cm}$$

  Vậy vật phải đặt cách kính trong khoảng: $3\text{cm} \leqslant d \leqslant 3{,}87\text{cm}$

  Suy ra phạm vi ngắm chừng của mắt là: $\Delta d = d_v - d_c = 0{,}87\text{cm}$

- Số bội giác của kính:

  Do mắt đặt tại tiêu điểm ảnh của kính lúp nên khi ngắm chừng trong giới hạn nhìn rõ của mắt, ta có G luôn xác định bởi công thức:

$$G = \frac{Đ}{f} = \frac{OC_c}{f} = 4$$

(Có thể dùng công thức $G = |k|\dfrac{Đ}{|d'| + l}$ để tính G_v và G_c, ta có kết quả như trên).

Bài 26: Một người cận thị về già chỉ còn trông rõ những vật ở cách mắt từ 0,4m đến 1m.

1. Để nhìn rõ vật ở xa, người đó phải đeo kính số mấy? Khi đó, điểm cực cận ở cách mắt bao nhiêu?
2. Để đọc sách ở cách mắt 25cm, người đó phải đeo kính gì, số mấy? Khi đeo kính này, thì điểm cực viễn cách mắt bao nhiêu?
3. Để đọc sách khỏi phải nhấc kính cận ra khỏi mắt, người ta làm thêm một tròng nữa cho kính bằng cách dán một kính nhỏ ở phần dùng đọc sách. Hỏi kính dán thêm phải có độ tụ là bao nhiêu?
4. Người này quan sát một vật nhỏ bằng một kính lúp, có tiêu cự $f = 5cm$ và điều chỉnh để nhìn rõ ảnh của vật, không cần đeo kính và không cần điều tiết. Tính số bội giác thu được.

   Biết trong các trường hợp mắt đều đặt sát kính.

GIẢI

Ta có $OC_v = 1m = 100cm$; $OC_c = Đ = 0,4m = 40cm$

1. • Vật ở xa ($d_{v1} = \infty$) qua kính đeo cho ảnh ảo ở cực viễn ($d'_{v1} = -OC_v = -1m$)

$$\text{Mà } \frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_{v_1}} + \frac{1}{d'_{v_1}} \Rightarrow f_1 = d'_{v_1} = -1m = -100cm \Rightarrow D_1 = \frac{1}{f_1} = -1 \text{ điốp}$$

Khi đeo kính, vật ở cực cận mới (d_{c_1}) qua kính đeo cho ảnh ảo ở cực cận cũ ($d'_{c_1} = OC_c = -40cm$) $\Rightarrow d_{c_1} = 67cm$

Vậy người này phải đeo kính số 1 và cực cận lúc đeo kính là 67cm.

(Như vậy kính này chỉ được dùng khi nhìn xa).

2 Đọc sách cách mắt 25cm ($d_{c_2} = 25cm$) qua kính đeo cho ảnh ảo ở cực cận ($d'_{c_2} = -OC_c = -40cm$)

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_{c_2}} + \frac{1}{d'_{c_2}} \Rightarrow f_2 = \frac{d_{c_2} \cdot d'_{c_2}}{d_{c_2} + d'_{c_2}} = \frac{200}{3}cm = \frac{2}{3}cm \Rightarrow D_2 = \frac{1}{f_2} = 1,5 \text{ điốp}$$

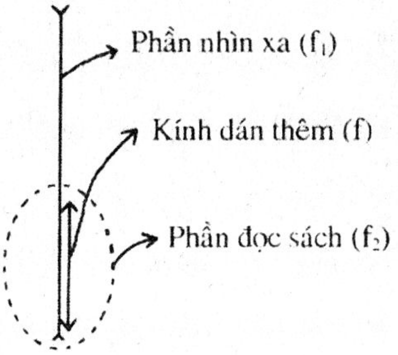
- Khi đeo kính, vật ở cực viễn mới (d_{v_2}) qua kính đeo cho ảnh ảo ở cực viễn cũ ($d'_{v_2} = -OC_v = -100cm$) $\Rightarrow d_{v_2} = 40cm$

  Vậy người này đeo kính hội tụ số 1,5 và cực viễn lúc đeo kính cách mắt 40cm.

  (Như vậy kính này chỉ được dùng khi nhìn gần).

3. Gọi f là tiêu cự của thấu kính dán thêm, ta có:

$f = 40cm \Rightarrow D = 2,5$ điốp



4. Nhìn vật qua kính lúp không cần điều tiết thì ảnh ảo của vật qua kính lúp phải ở cực viễn của mắt.

Ta có: $d' = -OC_v = -100cm \Rightarrow d = 4,76cm$

Ta có: $G = k\frac{Đ}{|d'|+l}$, mà $l = 0$ và $k = \frac{-d'}{d} \Rightarrow G = \frac{Đ}{d} \approx 8,4$

Bài 27: **Một người cận thị dùng kính lúp tiêu cự 5cm để quan sát vật nhỏ AB ở trạng thái không điều tiết. Khi đó, vật AB vuông góc với trục chính và cho ảnh A'B' cách nó 16cm. Tìm độ tụ của kính cần đeo để chữa tật cận thị cho người này. Trong các trường hợp trên, mắt đều đặt sát kính.**

GIẢI

- Khoảng cách vật và ảnh qua kính lúp: $d + d' = -16$ (do ảnh ảo) và $d = \frac{d'f}{d' - f}$ ta suy ra được: $d'^2 + 16d' - 80 = 0$

Giải phương trình ta nhận $d' = -20cm$

- Người này nhìn ảnh không điều tiết nên ảnh tại C_v của mắt. Do mắt sát kính nên: $OC_v = l - d' = 20cm$
- Kính dùng để chữa: $f_k = -OC_v = -20cm \Rightarrow D_K = -5$ điốp

Bài 28: **1. Một người dùng kính lúp O_1 có tiêu cự $f_1 = 2cm$ để quan sát một vật nhỏ AB. Người đó đặt vật trước kính, cách O_1 một khoảng 1,9cm và đặt mắt sau O_1, có quang tâm O_1 để quan sát. Hãy tính:**

a. Số phóng đại k của ảnh A'B' của vật.

b. Số bội giác G mà người này thu được, biết rằng khoảng thấy rõ ngắn nhất của mắt người này là Đ = 25cm

2. Để tăng số phóng đại và số bội giác, người này đặt thêm một thấu kính hội tụ O_2 tiêu cự $f_2 = 6cm$ sau O_1 và cách O_1 một khoảng $l = 1cm$. Mắt bây giờ đặt sau O_2 và sát O_2. Hỏi:

a. Để số phóng đại của ảnh là $k' = 50$, phải đặt vật cách O_1 bao nhiêu?

b. Số bội giác G' thu được khi đó là bao nhiêu?

GIẢI

1. a. $d_1 = 1,9cm$; $d'_1 = -38cm$; $k = 20$

b. $G = k\frac{Đ}{|d'_1| + l}$; do $l = 0 \Rightarrow G = k\frac{Đ}{|d'_1|} \Rightarrow G = 20\frac{25}{38} \approx 13,2$

2. a. Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$AB \xrightarrow{\quad O_1 \quad} A_1B_1 \xrightarrow{\quad O_2 \quad} A_2B_2$$

$$d_1 \qquad d'_1 \qquad d_2 \qquad d'_2$$

$$k' = \frac{\overline{A_2B_2}}{\overline{AB}} = \frac{d'_1}{d_1}.\frac{d'_2}{d_2} = \frac{f_1}{d_1 - f_1}.\frac{f_2}{d_2 - f_2}$$

thay $d_2 = l - d'_1 = l - \frac{d_1f_1}{d_1 - f_1}$

Ta được $k' = \frac{f_1f_2}{d_1(l - f_1 - f_2) - lf_1 + f_1f_2} = \frac{12}{-7d_1 + 10} = 50 \Rightarrow d_1 \approx 1{,}4\text{cm}$

b. Tương tự trên, ta có: $G' = |k'|\frac{Đ}{|d'_2|} \approx 14{,}7$

Bài 29: **Một người bị tật cận thị, khi đeo kính có độ tụ D_k = -2 điốp thì có thể nhìn rõ các vật trong khoảng từ 25cm đến vô cực (kính đeo sát mắt).**

1. Tính độ biến thiên độ tụ của mắt.

2. Người ấy không đeo kính, để quan sát một vật nhỏ đặt cách mắt 9,5cm mà không cần điều tiết, người ấy dùng một kính lúp có tiêu cự f_L = 5cm. Hỏi kính lúp phải được đặt cách mắt một khoảng *l* bằng bao nhiêu? Biết mắt và kính lúp cùng trục chính.

GIẢI

1. Tiêu cự của kính $f_k = \frac{1}{D_k} = -\frac{1}{2} = -50\text{cm}$

* Đối với kính:

- Khi nhìn vật xa nhất (ở vô cực), ta có:

  $\Rightarrow d'_v = f_k = -50\text{cm} \Rightarrow OC_v = 50\text{cm} = 0{,}5\text{m}$

- Khi nhìn vật gần nhất, ta có $d'_c = -OC_c$

  $$d'_c = \frac{d_ck_c}{d_c - k_c} = \frac{25(-50)}{25 + 50} = -\frac{50}{3}\text{cm} \quad \Rightarrow \quad OC_c = \frac{50}{3}\text{cm} = \frac{1}{6}\text{m}$$

* Đối với mắt:

- Khi nhìn vật ở xa nhất, ta có: $\frac{1}{OC_v} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f_v} = D_v$

  với d' là khoảng cách từ quang tâm đến võng mạc của mắt, f_v và D_v là tiêu cự và độ tụ của mắt khi nhìn vật ở xa nhất.

- Tương tự, khi nhìn vật ở gần nhất: $\frac{1}{OC_c} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f_c} = D_c$

  $\Rightarrow$ Độ biến thiên độ tụ của mắt là:

  $$\Delta D = D_c - D_v = \frac{1}{OC_c} - \frac{1}{OC_v} = 6 - 2 = 4 \text{ điốp}$$

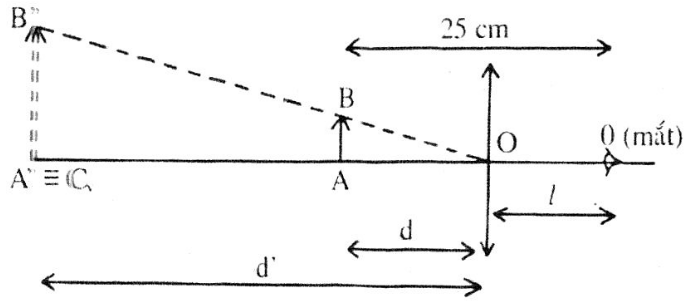
2. Ta có:

$$\underbrace{AB \xrightarrow{\text{kính lúp}}}_{d}\underbrace{\quad A'B'}_{d'}$$

Mắt nhìn AB qua kính lúp không cần điều tiết nên A'B' ở cực viễn của mắt.

Ta có: $d = 9,5 - l$; $d' = -(OC_v - l) = -50 + l$

Mà $\dfrac{1}{f_L} = \dfrac{1}{d} + \dfrac{1}{d'} \Rightarrow \dfrac{1}{5} = \dfrac{1}{9,5 - l} + \dfrac{1}{-50 + l} \Rightarrow l^2 - 59,5l - 272,5 = 0$



Do $0 \leqslant l \leqslant 9,5$cm nên chọn nghiệm $l = 5$cm

(loại nghiệm $l = 54,5$cm)

Bài 30: **Vật kính của một kính hiển vi có tiêu cự 0,4cm; thị kính có tiêu cự 2cm. Khoảng cách giữa hai thấu kính là 18cm. Người quan sát có mắt bình thường (điểm cực cận cách mắt 25cm đặt tại tiêu điểm ảnh của thị kính). Xác định vị trí đặt vật và tính số bội giác khi ngắm chừng:**

1. Ở cực cận của mắt. **2. Ở cực viễn của mắt.**

GIẢI

$$\underbrace{AB \xrightarrow{\text{VK}}}_{d_1}\underbrace{\quad A_1B_1}_{d'_1}\underbrace{\xrightarrow{\text{TK}}}_{d_2}\underbrace{\quad A_2B_2}_{d'_2}$$

Ta có sơ đồ tạo ảnh như trên.

a. Khi ngắm chừng ở cực cận của mắt:

Ảnh ảo qua kính hiển vi ở cực cận của mắt. Do mắt đặt tại tiêu điểm ảnh của thị kính, ta có:

$$d'_{2_c} = l - OC_c = f_2 - Đ = -23\text{cm} \qquad \Rightarrow d_{2_c} = 1,84\text{cm}$$

$$\Rightarrow d'_{1_c} = a - d_{2_c} = 16,16\text{cm} \qquad \Rightarrow d_{1_c} = 0,4104\text{cm}$$

Vậy vật đặt cách thấu kính 0,4104cm.

Vì ngắm chừng ở cực cận nên: $G_c = |k_c| = \left|\dfrac{d'_{1_c}}{d_{1_c}} \cdot \dfrac{d'_{2_c}}{d_{2_c}}\right| \approx 493$

b. Khi ngắm chừng ở cực viễn của mắt:

Ảnh ảo qua kính hiển vi ở cực viễn của mắt. Do cực viễn của mắt ở vô cực nên:

$$d_{2_v} = f_2 = 2cm \Rightarrow d'_{1_v} = a - d_{2_v} = 16cm \Rightarrow d_{1_v} = 0{,}4102cm$$

Vậy vật đặt cách vật kính 0,4102cm. Vì ngắm chừng ở vô cực nên:

$$G_\infty = \frac{\delta}{f_1}.\frac{Đ}{f_2} = 487{,}5$$

Bài 31: **Một người cận thị có giới hạn nhìn rõ từ 11cm đến 61cm so với mắt. Người này dùng một kính lúp có độ tụ 25 điốp và mắt luôn đặt cách kính 1cm.**

1. **Tính phạm vi ngắm chừng của kính lúp đối với người quan sát trên và số bội giác khi ngắm chừng ở cực cận, ở cực viễn.**
2. **Kính lúp trên là thị kính của một kính hiển vi có vật kính là một thấu kính hội tụ tiêu cự 0,4cm. Hai kính cách nhau một khoảng a = 16,4cm. Tính:**
   - **a. Phạm vi ngắm chừng của kính hiển vi đối với người quan sát trên.**
   - **b. Đội bội giác khi ngắm chừng ở cực viễn.**

GIẢI

1. Tiêu cự của kính lúp là: $f = \frac{1}{D} = \frac{1}{25} = 0{,}04m \Rightarrow f = 4cm$

- Khi ngắm chừng ở cực cận thì ảnh ảo A'B' của AB qua kính lúp ở cực cận của mắt.

  Do mắt cách kính lúp một khoảng $l = 1cm$ nên ta có:

  $$d'_c = -10cm \Rightarrow d_c = 2{,}857cm$$

- Khi ngắm chừng ở cực viễn thì ảnh ảo A'B' của AB qua kính lúp ở cực viễn của mắt. Tương tự trên ta có:

  $$d'_v = -(OC_v - l) = -(61 - 1) = -60cm \Rightarrow d_v = 3{,}75cm$$

  Vậy phạm vi ngắm chừng đối với người này qua kính lúp là:

  $$\Delta d = d_v - d_c = 0{,}893cm$$

- Số bội giác khi ngắm chừng ở cực cận là: $G_c = k_c = \frac{-d'_c}{d_c} = 3{,}5$
- Số bội giác khi ngắm chừng ở cực viễn là:

$$G_v = k_v\frac{Đ}{|d'_v| + 1} = \frac{-d'_v}{d_v}\frac{Đ}{|d'_v| + 1} \Rightarrow G_v = \frac{60}{3{,}75}\frac{11}{61} = 2{,}885$$

2. a. $d_{1_c} = 0,41217\text{cm};\ d_{1_v} = 0,41306\text{cm} \Rightarrow \Delta d = 0,00089\text{cm}$

$$\textbf{b. } G_v = |k_v|.\frac{\text{Đ}}{OC_v} = \left|\frac{d'_{1_v}}{d_{1_v}}.\frac{d'_{2_v}}{d_{2_v}}\right|.\frac{\text{Đ}}{OC_v} = 88,36$$

Bài 32: **Một kính hiển vi gồm hai thấu kính mỏng. Vật kính có tiêu cự f_1 = 5mm, thị kính có tiêu cực f_2 = 3cm đặt cách nhau 20cm.**

1. **Một người cận thị có cực viễn cách mắt 1m quan sát vật qua kính. Xác định vị trí vật để người quan sát không cần điều tiết. Khi đó độ cao của vật phải bằng bao nhiêu để người quan sát này nhìn thấy vật dưới góc trông 2 phút.**
2. **Người quan sát trên có cực cận cách mát 0,1m. Tính phạm vi ngắm chừng qua kính.**
3. **Đặt xen giữa vật và vật kính một bản mặt song song có bề dày e = 0,3mm; chiết suất n = 1,5. Xác định vị trí, tính chất ảnh sau cùng của vật qua kính hiển vi. Biết vị trí vật như câu 1.**

Trong bài toán này, khi quan sát vật qua kính thì mắt xem như đặt sát thị kính.

GIẢI

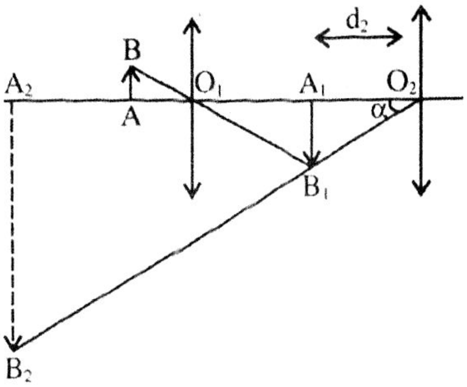
1. Người quan sát nhìn AB qua kính không điều tiết nên ảnh ảo A_2B_2 phải ở cực viễn của mắt, ta có: $d'_{2_v} = -OC_v = -1\text{m} = -100\text{cm}$

$$d_{2_v} = \frac{300}{103}\text{cm};\ d'_{1_v} = \frac{1760}{103};\ d_{1_v} \approx 0,51507\text{cm}$$

Vậy vật phải đặt cách vật kính 0,51507cm

$$\text{Ta có: } tg\alpha \approx \alpha = \frac{A_1B_1}{d_{2_v}}\ (1);\ AB = A_1B_1\frac{d_{1_v}}{d'_{1_v}}\ (2)$$

$$\text{Từ (1) và (2), ta được: } AB = d_{2_v}.\alpha\frac{d_{1_v}}{d'_{1_v}} \approx 0,5267.10^{-4}\text{cm}$$



2. $d_{1_c} = 0,51454\text{cm}$

Vậy phạm vi ngắm chừng là: $\Delta d = d_{1_v} - d_{1_c} = 0,51507 - 0,51454 = 0,00043\text{cm}$

3. Ta có sơ đồ tạo ảnh sau

$$\begin{array}{ccccccc} AB & \xrightarrow{\quad // \quad} & A'B' & \xrightarrow{\quad VK \quad} & A_1B_1 & \xrightarrow{\quad TK \quad} & A_2B_2 \\ & & \vert\!\!-\!\!-\; d_1 \;-\!\!-\!\!\vert & -\!\!-\; d'_1 \;-\!\!-\!\!\vert & -\!\!-\; d_2 \;-\!\!-\!\!\vert & -\!\!-\; d'_2 \;-\!\!-\!\!\vert & \end{array}$$

Độ dời ảnh qua bản song song là: $AA' = e\left(\frac{n-1}{n}\right) = 0,1\text{mm} = 0,01\text{cm}$

Do ảnh qua bản dời theo chiều truyền ánh sáng và vật ở vị trí như câu một nên:

$$d_1 = 0,51507 - 0,01 = 0,50507\text{cm}$$

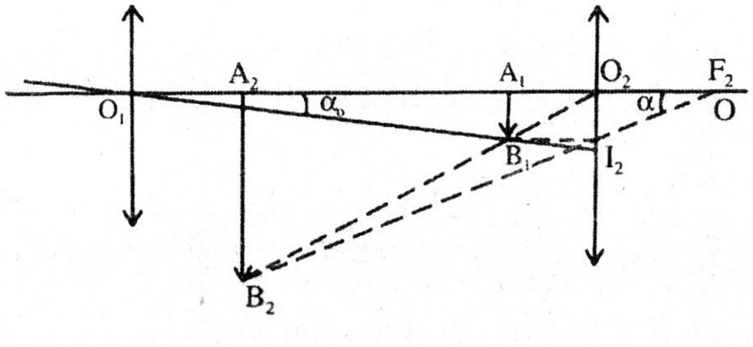
Từ đó ta tính được:

$$d'_2 = 2,7257\text{cm}$$

Vậy ảnh cuối cùng là ảnh thật cách vật kính một khoảng 2,7257cm.

Bài 33: **Vật kính của một kính thiên văn có tiêu cự 50cm, thị kính có tiêu cự 2cm. Một người cận thị có cực cận cách mắt 10cm, đặt mắt tại tiêu điểm ảnh của thị kính, quan sát một thiên thể và mắt điều tiết tối đa. Tính độ bội giác của kính và khoảng cách giữa vật kính và thị kính.**

GIẢI



- Đội bội giác của kính:

Ta có: $\text{tg}\alpha \approx \alpha = \frac{O_2I_2}{f_2} = \frac{A_1B_1}{f_2}$; $\text{tg}\alpha_o \approx \alpha_o = \frac{A_1B_1}{f_2}$

Suy ra: $G = \frac{\alpha}{\alpha_o} = \frac{f_1}{f_2} = 25$

- Khoảng cách giữa vật kính và thị kính:

Do mắt điều tiết tối đa nên ảnh của thiên thể ở cực cận của mắt và vì mắt đặt ở tiêu điểm ảnh của thị kính nên ta có:

$$d'_2 = a - OC_c = f_2 - Đ = -8cm \Rightarrow d_2 = \frac{d'_2 \,.\, f_2}{d'_2 - f_2} = 1{,}6cm$$

mà $\quad d_2 = a - d'_1 \quad \Rightarrow \quad a = d_2 + d'_1 = d_2 + f_1 = 51{,}6cm$

Bài 34: **Một kính thiên văn mà vật kính có tiêu cự 1m và thị kính có độ tụ 20 điốp.**

1. Kính thiên văn được dùng bởi một người có mắt bình thường, quan sát hai ngôi sao A và B dưới góc trông 400 giây mà không phải điều tiết. Tính khoảng cách giữa hai thấu kính, độ bội giác và góc trông hai ngôi sao trực tiếp bằng mắt.

2. Kính thiên văn trên bây giờ được dùng bởi một người quan sát cận thị, mắt đặt ở vòng thị kính (ảnh của vật kính qua thị kính).

Muốn quan sát thấy rõ các ngôi sao A và B qua kính, khoảng cách giữa hai kính phải điều chỉnh từ 102,5cm đến 104,5cm. Hãy xác định giới hạn nhìn rõ của người này.

GIẢI

Ta có sơ đồ tạo ảnh sau:

$$\underbrace{AB \xrightarrow{\quad VK \quad}}_{d_1} \underbrace{}_{d'_1} A_1B_1 \underbrace{\xrightarrow{\quad TK \quad}}_{d_2} \underbrace{}_{d'_2} A_2B_2$$

Tiêu cự của thị kính là $f_2 = \frac{1}{D_2} = \frac{1}{20} = 0{,}05m = 5cm$

1. Người có mắt bình thường nên có cực viễn ở xa vô cực, do đó khi quan sát hai ngôi sao A và B không cần phải điều tiết thì khoảng cách giữa hai thấu kính là: $a = f_1 + f_2 = 105cm$ (với $f_1 = 1m = 100cm$)

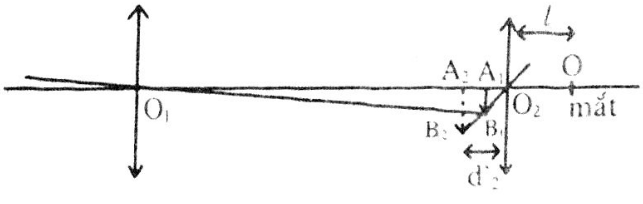
- $G_\infty = \frac{f_1}{f_2} = \frac{100}{5} = 20 \Rightarrow \alpha_o = \frac{\alpha}{G_\alpha} = \frac{400}{20} = 20$ giây

2. Vật kính cách thị kính một khoảng $d = a = 105cm$ nên ảnh của nó qua thị kính cách thị kính một khoảng được xác định:

$$d' = \frac{df_2}{d - f_2} = \frac{105 \,.\, 5}{105 - 5} = 5{,}25cm$$

Như vậy mắt đặt ở sau thị kính, cách thị kính một khoảng $l = d' = 5{,}25cm$

Do hai ngôi sao A, B ở xa nên d_1 rất lớn, nên $d'_1 = f_1 = 100cm$



* Khi a = 102,cm:

Ta có: $d_2 = a - d'_1 = 2{,}5\text{cm} \Rightarrow d'_2 = -5\text{cm}$

$\Rightarrow A_2B_2$ cách mắt một khoảng $l + |d'_2| = 10{,}25\text{cm}$

* Khi a = 104,5cm:

Ta có: $d_2 = a - d'_1 = 4{,}5\text{cm} \Rightarrow d'_2 = \dfrac{d_2f}{d_2 - f} = \dfrac{4{,}5 \, . \, 5}{4{,}5 - 5} = -45\text{cm}$

$\Rightarrow A_2B_2$ cách mắt một khoảng $l + |d'_2| = 50{,}25\text{cm}$

Vậy giới hạn nhìn rõ của mắt từ 10,25cm đến 50,25cm.

C. BÀI TẬP TỰ GIẢI

Bài 1: Tia sáng chiếu đến lăng kính tam giác đều với góc tới 45°. Tính góc lệch D. Chiết suất làm lăng kính n = 1,5.

ĐS: D ≈ 37,3°

Bài 2: Một lăng kính có góc chiết quang A = 60°. Chiếu một tia sáng tới lăng kính với góc tới nhỏ.

1. Người ta đo được góc lệch của tia sáng qua lăng kính là 3°. Tính chiết suất n của lăng kính.

2. Nếu đặt hệ thống trên vào nước có chiết suất là $n' = \dfrac{4}{3}$ thì góc lệch bây giờ là bao nhiêu?

ĐS: 1. n = 1,5 2. D' = 0,75°

Bài 3: Một lăng kính có A = 45°. Khi i = i' ta có góc lệch D = 15°.

Tính chiết suất của lăng kính.

ĐS: n ≈ 1,3

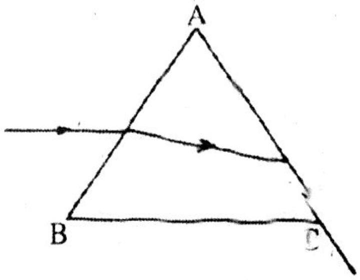
Bài 4: Một lăng kính có $n = \sqrt{3}$. Tia sáng tới mặt bên AB cho tia ló ở mặt AC và có $D_m = A$. Tính A

ĐS: A = 60°

Bài 5: Cho một lăng kính có tiết diện thẳng là một tam giác đều. Một tia sáng tới lăng kính vuông góc với một mặt của nó (gần A). Xác định góc lệch của tia sáng. Cho biết chiết suất của thủy tinh cấu tạo lăng kính là n = 1,5.

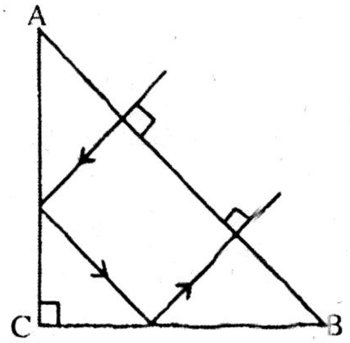
ĐS: 60°

Bài 6: Chiếu một tia sáng đơn sắc tới mặt bên AB của một lăng kính có tiết diện là tam giác đều ABC, theo phương song song với đáy BC. Tia ló ra khỏi lăng kính có phương trùng với mặt bên AC. Tính chiết suất của chất làm lăng kính.



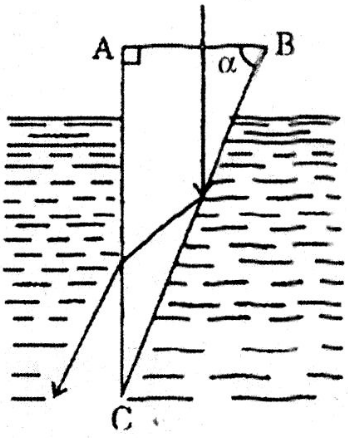
ĐS: $n \approx 1,53$

Bài 7: Chiết suất của một lăng kính tiết diện thẳng là tam giác vuông cân phải bằng bao nhiêu để đường đi của tia sáng có dạng như hình bên. Cho biết tia tới vuông góc với mặt lăng kính.



ĐS: $n > 1,4$

Bài 8: Một lăng kính tiết diện thẳng là tam giác vuông được nhúng vào nước. Chiết suất của thủy tinh là $n_1 = 1,5$. Xác định góc $\hat{B}$ sao cho tia sáng tới vuông góc với mặt AB tới được hoàn toàn mặt AC.



ĐS: $\alpha \geq 62^\circ 30'$.

Bài 9: Một thấu kính lồi - phẳng được làm bằng thủy tinh chiết suất $n = 1,5$. Xác định biểu thức tính tiêu cự của thấu kính theo bán kính của mặt lồi.

ĐS: $f = 2R$

Bài 10: Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ (có tiêu cự 20cm), cách thấu kính 40cm.

1. Xác định ảnh của AB qua thấu kính.
2. Từ vị trí trên của vật, phải di chuyển thấu kính một khoảng bao nhiêu, theo chiều nào để có được ảnh cao gấp 2 vật.

ĐS: *a. Ảnh thật cách TK 40cm, ngược chiều và cao bằng vật.*

b. • *Di chuyển lại gần TK 10cm, có ảnh thật*

• *Di chuyển lại gần TK 30cm, có ảnh ảo*

Bài 11: Một vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính cho một ảnh thật nằm cách vật một khoảng cách nào đó. Nếu cho vật dịch chuyển lại gần thấu kính một khoảng 30cm thì ảnh của AB vẫn là ảnh thật nằm cách vật một khoảng như cũ và lớn gấp 4 lần ảnh cũ.

1. Xác định tiêu cự của thấu kính và vị trí ban đầu của vật AB.

2. Để được ảnh cao bằng vật, phải dịch chuyển vật từ vị trí ban đầu đi một khoảng bao nhiêu? Theo chiều nào?

ĐS: 1. $f = 20cm$

2. Phải dịch chuyển vật lại gần thấu kính một đoạn 20cm.

Bài 12: Một thấu kính phẳng - cầu làm bằng thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$ tiêu cự 40cm. Thấu kính được coi là mỏng. Đặt mắt sau thấu kính để quan sát vật AB thì thấy ảnh A'B' cùng chiều và có độ lớn bằng nửa AB. Xác định vị trí vật và tính bán kính cong của mặt cầu.

ĐS: $d = 40cm$; $R = -20cm$ *(cầu lõm)*

Bài 13: Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ có tiêu cự 12,5cm cho ảnh rõ nét trên màn (vuông góc với trục chính) và cách vật một khoảng L.

a. Xác định vị trí của thấu kính khi $L = 90cm$. Tính độ phóng đại của ảnh.

b. Với thấu kính trên, L nhỏ nhất là bao nhiêu để có được ảnh rõ nét của vật trên màn.

ĐS: *a.* $d_1 = 15cm$; $d'_1 = 75cm$; $k_1 = -5$

$d_2 = 75cm$; $d'_2 = 15cm$; $k_2 = -1/5$

b. $L \geqslant 50cm$

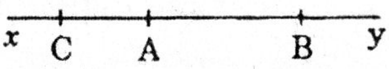
Bài 14: Một vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ cho ảnh trên màn cao bằng vật và cách vật 80cm.

1. Xác định tiêu cự của thấu kính.

2. Dìm hệ thống trên vào trong nước (có chiết suất $n' = \frac{4}{3}$) thì ảnh của AB thay đổi như thế nào? Biết chiết suất của thủy tinh làm thấu kính là 1,5.

ĐS: 1. $f = 20cm$ *2. ảnh cao gấp 2 vật*

Bài 15: Trên trục chính xy của một thấu kính hội tụ có ba điểm A, B, C như hình vẽ. Một điểm sáng S khi đặt tại A qua thấu kính cho ảnh ở B, nhưng khi đặt S ở B thì cho ảnh ở C. Hỏi thấu kính phải đặt trong khoảng nào?



ĐS: Trong đoạn AC

Bài 16: Vật sáng AB qua một thấu kính hội tụ L cho một ảnh trên màn cách vật 45cm. Giữ nguyên thấu kính, đổi chỗ giữa vật và màn người ta thấy ảnh vẫn rõ trên màn. Biết ảnh lúc sau cao gấp 4 lần ảnh lúc đầu. Tính tiêu cự của thấu kính.

ĐS: $$f = \frac{L\sqrt{k}}{(1+\sqrt{k})^2} = 10cm$$

Bài 17: Một vật sáng AB = 2cm có dạng một đoạn thẳng nằm dọc theo trục chính của một thấu kính hội tụ có tiêu cự 12cm. Xác định ảnh qua thấu kính. Vẽ ảnh. Biết đầu B của vật gần thấu kính hơn đầu A và cách thấu kính 16cm.

ĐS: ảnh A'B' thu được là ảnh thật, cũng nằm dọc theo trục chính, có độ dài 12cm (độ phóng đại là 6), có A' cách thấu kính 36cm, B' cách thấu kính 48cm.

Bài 18: Vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính và cách thấu kính 40cm. Qua thấu kính thu được ảnh A'B' cùng chiều với AB và bằng nửa AB.

1. Hỏi thấu kính là thấu kính gì? Tính tiêu cự của thấu kính.
2. Thấu kính trên có đường rìa là đường tròn. Bây giờ đặt một điểm sáng S trên trục chính của thấu kính và cách thấu kính 50cm. Hỏi phải đặt một màn sau thấu kính và cách thấu kính bao nhiêu để trên màn có vệt sáng tròn có diện tích lớn gấp 9 lần diện tích bề mặt thấu kính.

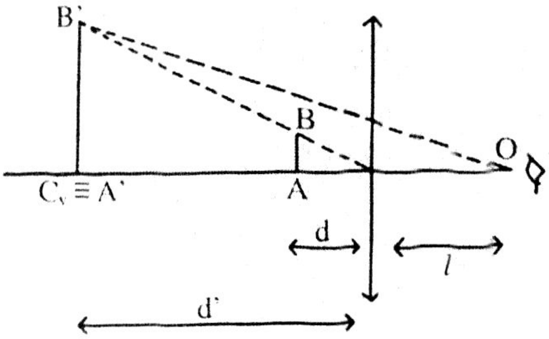
ĐS: *1. phân kì; f = -40cm*

2. 48cm

Bài 19: Có một thấu kính hội tụ L_1 (có tiêu cự $f_1 = 20cm$) và một thấu kính phân kì L_2 (có tiêu cự $f_2 = -10cm$) đặt đồng trục cách nhau một khoảng a = 45cm. Đặt một vật sáng AB vuông góc với trục chính trong khoảng giữa hai thấu kính và cách thấu kính L_1 một khoảng 30cm.

1. Giải thích tại sao qua hệ có hai ảnh.
2. Tính khoảng cách giữa hai ảnh. Vẽ ảnh.

ĐS: 2. $A_1A_2 = 99cm$



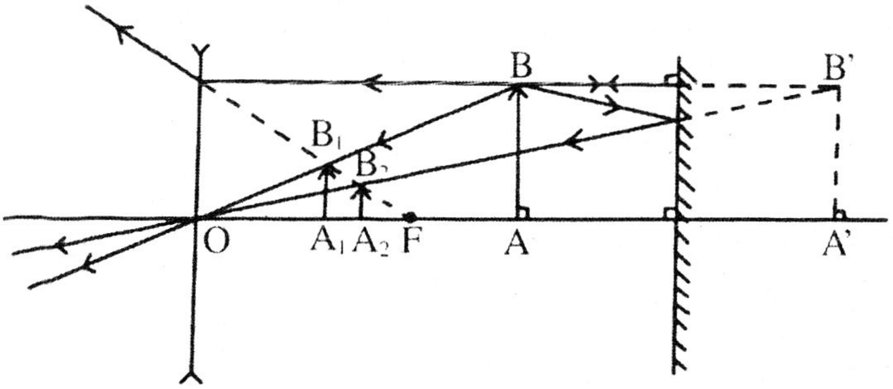
Bài 20: Một thấu kính phân kì L có tiêu cự 20cm đặt cách gương phẳng M một khoảng 45cm và trục chính vuông góc với mặt phản xạ của gương.

Đặt một vật sáng AB vuông góc với trục chính, trong khoảng giữa thấu kính và gương, cách thấu kính 30cm.

1. Giải thích tại sao qua hệ thống có hai ảnh.
2. Xác định hai ảnh của hệ thống. Vẽ ảnh.

ĐS: • *Ảnh của A_1B_1 qua TK là ảnh ảo, cùng chiều, cách TK 12cm, k = 0,4.*

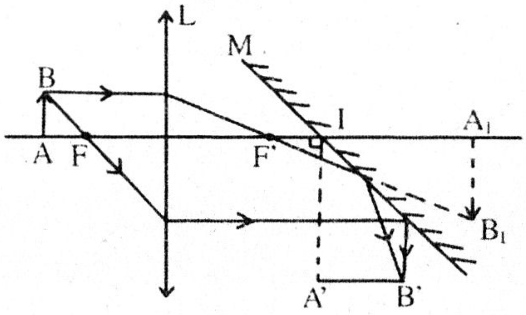
• *Ảnh A_2B_2 qua G - TK là ảnh ảo, cùng chiều, cách TK 15cm k = 1/4*



Bài 21: Một vật sáng AB đặt thẳng góc với trục chính của một thấu kính hội tụ L có tiêu cự 30cm. AB cách thấu kính 40cm. Sau thấu kính đặt một gương phẳng M có mặt phản xạ quay về phía thấu kính nhưng đặt nghiêng góc 45° so với trục chính. Giao điểm I của mặt gương và trục chính cách thấu kính 60cm.

Xác định ảnh A'B' của AB qua hệ thống.

ĐS: *Ảnh thật song song trục chính, cách trục chính 20cm, có độ lớn A'B' = 3AB*



Bài 22: Một vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ L_1 (có tiêu cự f_1 = 30cm) cách L_1 một khoảng 40cm.

1. Xác định vị trí, tính chất và độ phóng đại của ảnh A_1B_1 của AB cho bởi L_1.
2. Bây giờ, sau L_1 đặt thêm một thấu kính hội tụ L_2 có tiêu cự f_2 = 20cm và có cùng trục chính với L_1 và cách L_1 một khoảng a. Giữ nguyên vật và L_1.
   a. Khi a = 60cm. Xác định vị trí, tính chất và độ lớn của ảnh cuối cùng qua hệ thống. Vẽ ảnh.

b. Hỏi a bằng bao nhiêu để ảnh cuối cùng cho bởi hệ thống có độ lớn bằng vật.

ĐS: 1. $d'_1 = 120cm; k = -3$

2. a. $d'_2 = 15cm; k = -0,75$

b. • $a = 80cm \ (k = -1)$

• $a = 200cm \ (k = 1)$

Bài 23: Một thấu kính hội tụ L_1 có tiêu cự $f_1 = 20cm$ và một vật sáng AB phẳng, nhỏ đặt trước và vuông góc với trục chính của L_1 và cách L_1 một đoạn 60cm.

a. Xác định vị trí và tính chất ảnh A_1B_1 của AB qua L_1.

b. Để thu được ảnh thật A_2B_2 cao gấp đôi AB, sau thấu kính L_1 người ta đặt thêm một thấu kính L_2 có tiêu cự $f_2 = -12cm$. Xác định khoảng cách giữa L_1 và L_2. Vẽ hình.

ĐS: a. $d'_1 = 30cm; k = -1/2$

b. $a = 21cm$

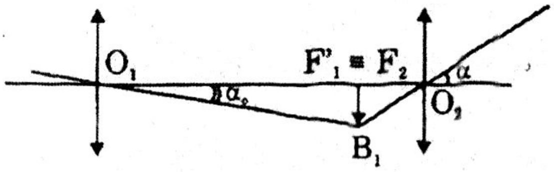
Bài 24: Hệ quang học gồm 2 thấu kính hội tụ L_1 và L_2 được đặt đồng trục, cách nhau một khoảng a, có tiêu cự lần lượt $f_1 = 40cm$ và $f_2 = 2cm$. Một vật sáng mảnh AB được đặt vuông góc với trục chính của hệ, B nằm trên trục chính trước L_1 và cách nó một khoảng d_1, cho ảnh cuối cùng qua hệ là A_2B_2.

a. Xác định a để độ phóng đại của ảnh cuối cùng không phụ thuộc vào d_1.

b. Với kết quả câu trên, đưa vật AB ra rất xa L_1, sao cho B vẫn nằm trên trục chính. Hãy cho biết hệ thấu kính khi đó giống dụng cụ quang học nào? Vẽ hình.

ĐS: a. $a = f_1 + f_2 = 42cm$

b. *Kính thiên văn*



Bài 25: Cho một thấu kính phân kì L_1 (có tiêu cự $f_1 = -10cm$) và một thấu kính hội tụ L_2 (có tiêu cự $f_2 = 10cm$) đặt đồng trục và cách nhau một khoảng 10cm.

Chiếu đến thấu kính L_1 một chùm tia tới song song với trục chính. Xác định vị trí giao điểm của chùm tia ló qua hệ thống. Vẽ hình.

ĐS: *Sau* L_2 *20cm*

Bài 26: Một hệ đồng trục gồm thấu kính phân kì L_1 (có tiêu cự $f_1 = -10cm$) và thấu kính hội tụ L_2 (có tiêu cự $f_2 = 10cm$) đặt cách nhau một khoảng a. Đặt một vật sáng AB thẳng góc với trục chính trước thấu kính L_1 và cách thấu kính L_1 một khoảng d_1.

1. Cho $d_1 = 40cm$. Hỏi a bằng bao nhiêu để thu được ảnh thật cách L_2 một khoảng 20cm.

2. Hỏi a bằng bao nhiêu để hệ cho ảnh thật với mọi vị trí của vật.

ĐS: *1.* $a = 12cm$ *2.* $a > 10cm$

Bài 27: Một thấu kính hội tụ L_1 có tiêu cự $f_1 = 30cm$, làm bằng thủy tinh có chiết suất là 1,5, được giới hạn bởi hai mặt cầu lồi có cùng bán kính.

1. Tính bán kính của mỗi mặt cầu.

2. Sau thấu kính L_1, đặt một thấu kính hội tụ L_2 có tiêu cự $f_2 = 20cm$ cùng trục chính với L_1 và cách thấu kính L_1 một khoảng $a = 58cm$. Đặt một vật sáng $AB = 2cm$ vuông góc với trục chính, trước L_1 và cách L_2 một khoảng 138cm. Xác định ảnh cuối cùng cho bởi hệ thống.

ĐS: *1. 30cm*

2. Ảnh ảo, ngược chiều vật; cao 2,4m cách L_2 20cm

Bài 28: Một thấu kính hội tụ L_1 (có tiêu cự $f_1 = 20cm$) và một thấu kính phân kì (có tiêu cự $f_2 = -20cm$) đặt đồng trục và cách nhau một khoảng $a = 40cm$. Đặt một vật AB thẳng góc với trục chính và trước thấu kính L_1. Xác định vị trí của vật để:

1. Hệ cho ảnh thật.

2. Hệ cho ảnh cao gấp 2 lần vật.

ĐS: *1.* $30cm < d_1 < 40cm$

2. $d_1 = 25cm$ (ảnh ảo); $d_2 = 35cm$ (ảnh thật)

Bài 29: Một vật sáng AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ L_1 (có tiêu cự $f_1 = 15cm$), ảnh A_1B_1 cho bởi L_1 là một ảnh thật cao gấp 3 lần vật.

1. Xác định vị trí của vật AB và của ảnh A_1B_1 đối với L_1.

2. Cũng câu hỏi như trên khi xét vật và thấu kính trong môi trường nước. Biết nước có chiết suất $n' = \frac{4}{3}$, thấu kính làm bằng thủy tinh có chiết suất $n = 1,5$.

3. Vật và thấu kính đặt trong môi trường không khí. Sau L_1 đặt một thấu kính phân kì L_2 có tiêu cự $f_2 = -20cm$, có cùng trục chính với L_1 và cách L_1 một khoảng 50cm. Xác định ảnh cuối cùng cho bởi hệ thống, Vẽ ảnh.

ĐS: *1. AB cách L_1 20cm; A'B' cách L_1 60cm*

2. AB cách L_2 80cm; A'B' cách L_1 240cm

3. Ảnh thật cách L_2 20cm

Bài 30: Một vật AB đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính hội tụ L_1 có độ tụ $D_1 = 5$ điốp, cho ảnh A_1B_1, rõ nét trên một màn đặt cách thấu kính 30cm.

1. Xác định vị trí của vật AB.

2. Trong khoảng từ L_1 đến màn đặt thêm thấu kính L_2 đồng trục với L_1. Bây giờ muốn thu ảnh rõ nét phải dịch màn ra xa L_1 thêm một đoạn 20cm và thu được ảnh A'B' cao gấp 3 lần AB. Tính tiêu cự của L_2 và khoảng cách a giữa L_1 và L_2.

3. Thay L_2 bằng một gương phẳng M đặt vuông góc với trục chính, mặt phản xạ quay về phía L_1. Hãy xác định vị trí, tính chất và độ phóng đại ảnh cuối cùng qua hệ thống.

ĐS: *1. Cách L_1 60cm*

2. $f_2 = -4,8cm$; $a = 26cm$

3. Ảnh thật, ngược chiều vật, cách L_1 18,3cm; $k = -\frac{5}{12}$

Bài 31: Hai thấu kính hội tụ L_1 và L_2 có cùng tiêu cự $f_1 = f_2 = 30cm$ được đặt đồng trục.

1. Lúc đầu hai thấu kính được ghép sát nhau. Một vật AB hình mũi tên đặt vuông góc với trục chính và trước thấu kính L_1. Xác định vị trí của vật để ảnh qua hệ là thật và bằng vật.

2. Giữ nguyên vị trí của vật và L_1, tách L_2 ra xa L_1. Bằng phép vẽ hãy chứng minh rằng vị trí của ảnh cuối cùng đối với L_2 và độ lớn của nó là không thay đổi và không phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai thấu kính.

3. Giữ nguyên vị trí của vật nhưng thay L_1 bằng thấu kính phân kì L_3 có cùng tiêu cự. Hãy xác định vị trí của L_2 để ảnh cuối cùng vẫn bằng vật.

ĐS: *1. $d = 30cm$*

3. • *A'B' cùng chiều AB: $a = 0$*

• *A'B' ngược chiều AB: $a = 30cm$*

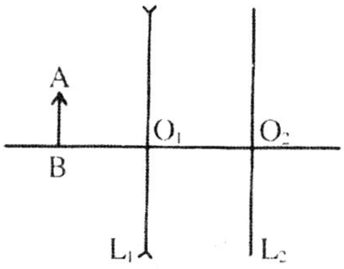
Bài 32: Thấu kính hội tụ L_1, tiêu cự $f_1 = 15cm$, có kích thước nhỏ được ghép sát vào thấu kính hội tụ L_2, tiêu cự $f_2 = 10cm$, có kích thước lớn hơn L_1 nhiều lần. Hai thấu kính đều được coi là mỏng và có trục chính trùng nhau.

Đặt một vật sáng AB vuông góc với trục chính.

1. Hãy giải thích tại sao qua hệ có hai ảnh.
2. Xác định vị trí của vật AB để hai ảnh có độ lớn bằng nhau. Vẽ ảnh và tính khoảng cách giữa hai ảnh.

ĐS: 2. $d = 7{,}5cm$; $A_1A_2 = 60cm$

Bài 33: Cho hai hệ thấu kính L_1, L_2 có tiêu cự lần lượt là $f_1 = -10cm$ và $f_2 = 20cm$ được đặt cùng trục chính và cách nhau một khoảng $a = 10cm$.



1. Đặt vật phẳng AB trước L_1 và cách L_1 một đoạn bằng 10cm. Xác định vị trí, tính chất và độ phóng đại của ảnh cho bởi hệ.
2. Cố định AB, đổi vị trí của L_1 và L_2 với nhau. Tính chất của ảnh cho bởi hệ có thay đổi không? Tại sao?

ĐS: *1.* $d'_2 = -60cm$; $k = 2$

2. $d'_2 < 0$: *ảnh không thay đổi tính chất.*

Bài 34: Cho hai thấu kính đồng trục O_1 và O_2 đặt cách nhau 10cm, có tiêu cự lần lượt là $f_1 = 10cm$ và $f_2 = 40cm$. Khoảng cách giữa hai thấu kính là 10cm. Trước thấu kính O_1 đặt một vật phẳng AB vuông góc với trục chính.

1. Khoảng cách từ vật AB đến thấu kính O_1 phải thỏa mãn điều kiện gì để ảnh của AB qua hệ thấu kính là ảnh ảo?
2. Xác định vị trí của vật AB trước thấu kính O_1 để ảnh qua hệ thấu kính là ảnh ảo, có độ cao gấp 20 lần vật.
3. Xác định khoảng cách giữa hai thấu kính để độ cao của ảnh qua hệ thấu kính không phụ thuộc vào vị trí đặt vật AB trước thấu kính O_1. Tính hệ số phóng đại của hệ thấu kính trong trường hợp này.

ĐS: *1.* $d_1 < 7{,}5cm$; *2.* $d_1 = 7cm$

3. $a = 50cm$; $k = -4$

Bài 35: Cho một thấu kính phân kì mỏng L_1 có tiêu cự $f_1 = -5cm$. Đặt trước thấu kính một vật sáng AB vuông góc với trục chính của thấu kính và cách thấu kính một khoảng bằng 20cm.

1. Xác định vị trí và vẽ ảnh của AB qua thấu kính L_1.
2. Đặt một thấu kính hội tụ mỏng L_2, tiêu cự $f_2 = 20cm$ cách L_1 một khoảng 15cm. Vật sáng AB và thấu kính hội tụ ở hai bên thấu kính phân kì. Chứng minh rằng ảnh của AB qua hệ hai thấu kính có độ cao không đổi và không phụ thuộc vào vị trí đặt vật.

3. Chiếu một chùm tia sáng song song vào thấu kính phân kì, hãy cho biết tính chất của chùm tia ló khi ra khỏi hệ hai thấu kính trên.

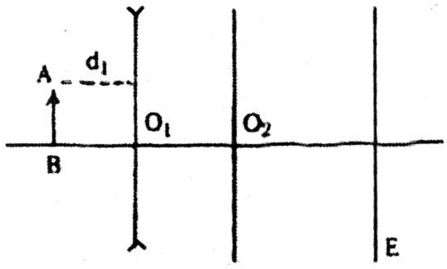
4. Nếu đổi vị trí của hai thấu kính L_1 và L_2 thì các kết quả trong các câu 2 và 3 có thay đổi không?

ĐS: *1.* $d' = -4cm$

2. $a = f_1 + f_2$ *nên ảnh có độ cao không đổi và không phụ thuộc* d_1.

4. Theo tính thuận nghịch về chiều truyền ánh sáng, khi đổi vị trí của L_1 *và* L_2 *thì kết quả ở câu 2 và 3 không đổi.*

Bài 36: Cho quang hệ như hình vẽ sau:



Thấu kính L_1 có tiêu cự $f_1 = -20cm$, thấu kính L_2 có tiêu cự f_2. Vật sáng AB cách O_1 là $d_1 = 20cm$.

1. Tìm ảnh của AB cho bởi L_1.

2. Tìm f_2 cho biết trên màn ảnh E đặt cách AB một đoạn 70cm có ảnh cao gấp 2 lần AB.

ĐS: *1.* $d'_1 = -10cm; k_1 = 1/2$

2. $f_2 = 9,6cm$

Bài 37: Một thấu kính O_1 gồm một mặt cầu lồi bán kính R = 5cm và một mặt lõm bán kính R' = 10cm. Chiết suất của chất làm thấu kính n = 1,5. Thấu kính đặt trong không khí.

1. Xác định tính chất và tiêu cự của thấu kính O_1.

2. Một vật sáng AB đặt thẳng góc với trục chính của thấu kính O_1, cho một ảnh A_1B_1 trên màn E. Màn E đặt cách vật sáng AB một đoạn 144cm. Xác định vị trí của vật và ảnh đối với thấu kính. Biết rằng ảnh lớn hơn vật.

3. Đặt sau O_1 một thấu kính phân kì O_2 tiêu cự $f_2 = -15cm$, cùng trục chính với O_1 và cách O_1 một đoạn a = 30cm. Phía trước O_1 đặt vật sáng AB cách O_1 một đoạn 40cm, thẳng góc với trục chính. Xác định vị trí, tính chất, độ phóng đại ảnh A_2B_2 của AB qua hệ hai thấu kính trên.

ĐS: *1.* $f_1 = 20cm$

2. $d = 24cm; d' = 120cm$

3. $d_2 = 30cm; k = -3 < 0$

A_2B_2 *ngược chiều AB, cao gấp 3 AB, cách* L_2 *30cm.*

Bài 38: Trên trục chính của một thấu kính mỏng, phẳng - lồi (bán kính mặt lồi $R = 3cm$) có một điểm sáng S trên trục chính, cách tiêu điểm gần nhất một khoảng p. Ảnh thật của S nằm cách tiêu điểm gần nhất một khoảng q.

1. Chứng minh rằng $f = p.q$ (với f là tiêu cự của thấu kính).

2. Tìm chiết suất chất làm thấu kính, biết $p = 3cm$; $q = 12cm$.

3. Đặt thấu kính $f = -12cm$, sau thấu kính trên. Tìm khoảng cách giữa hai thấu kính để ảnh của S tạo bởi quang hệ là ảnh thật.

ĐS: 2. $f = 6cm$; $n = 1,5$

3. $6cm < a < 18cm$

Bài 39: **1.** Vật AB đặt trước một thấu kính hội tụ có $f = 12cm$ cho ảnh lớn gấp 2 lần AB. Xác định vị trí của AB và dựng hình tạo ảnh qua thấu kính.

2. Nếu AB được đặt trước và cách thấu kính này 20cm, sau thấu kính đặt một gương phẳng có mặt phản xạ hướng về thấu kính và vuông góc với trục chính của thấu kính.

a. Hỏi phải đặt gương trước thấu kính là bao nhiêu để ảnh cuối cùng trùng vào vị trí của vật AB?

b. Muốn thu được ảnh cuối cùng của AB cho bởi hệ thấu kính - gương là ảnh ảo thì phải đặt gương trong khoảng nào sau thấu kính?

ĐS: 1. $d = 18cm$; $d' = 36cm$ và $d = 6cm$; $d' = -12cm$

2. $d'_3 = d_1 \Rightarrow a = 30cm$

3. $15cm < a < 21cm$

Bài 40: Một người khi đeo kính có thể nhìn rõ các vật đặt gần nhất cách mắt 50cm. Xác định độ tụ của kính mà người đó cần đeo sát mắt để có thể nhìn rõ các vật đặt gần nhất cách mắt 25cm.

ĐS: $D = 2dp$

Bài 41: Một người cận thị, giới hạn nhìn rõ trong khoảng 10cm đến 60cm.

1. Muốn nhìn xa như người mắt bình thường mà mắt không phải điều tiết người đó phải đeo kính gì, có độ tụ là bao nhiêu?

2. Sau khi đeo kính đó để đọc sách, người đó phải đặt sách cách mắt một khoảng cách ngắn nhất là bao nhiêu? Biết kính đeo sát mắt.

ĐS: 1. $D = -5/3dp$ 2. $d_c = 12cm$

Bài 42: Một người đeo kính có độ tụ $D_1 = 1$ điốp có thể nhìn rõ các vật cách mắt từ $\frac{100}{7}$cm đến 25cm.

1. Mắt bị tật gì? Để sửa tật này người ấy phải đeo kính có độ tụ D_2 bằng bao nhiêu?

2. Khi đeo kính có độ tụ D_2, người ấy thấy rõ các vật gần nhất cách mắt bao nhiêu? (Kính đeo sát mắt)

ĐS: 1. Cận thị; $D_2 = -3dp$ *2.* $\frac{100}{3}cm$

Bài 43: Một người cận thị dùng một kính lúp có tiêu cự 5cm và mắt đặt cách kính một khoảng $l = 7cm$. Người này quan sát được ảnh của các vật cách kính từ 2,5cm đến 4,5cm.

1. Xác định giới hạn nhìn rõ của người này.

2. Tính số bội giác của kính lúp khi:

a. Vật cách kính 2,5cm. **b.** Vật cách kính 4,5cm.

3. Để số bội giác không đổi ứng với hai trường hợp trên thì phải đặt mắt tại đâu? Số bội giác là bao nhiêu?

ĐS: 1. Từ 12cm đến 52cm so với mắt

2. a. $G = 2$; *b.* $G = 2,3$

3. Mắt tại tiêu điểm ảnh của kính lúp; $G = 2,4$

Bài 44: Một người cận thị có điểm cực viễn ở cách mắt 50cm.

1. Xác định loại (hội tụ hay phân kì) và độ tụ của một trong hai loại kính mà người này phải đeo lần lượt để có thể nhìn rõ mà không cần điều tiết:

a. Một vật ở xa vô cùng.

b. Một vật ở cách mắt 10cm.

2. Khi đeo cả hai loại kính trên ghép sát với nhau, người này có thể đọc được trang sách đặt cách mắt ít nhất 10cm. Hỏi khoảng thấy rõ ngắn nhất của người này khi không đeo kính là bao nhiêu? Khi đeo cả hai kính thì đọc được sách đặt cách mắt xa nhất là bao nhiêu?

3. Để đọc những dòng chữ nhỏ, người này bỏ kính ra và dùng một kính lúp có tiêu cự 5cm. Khi đó, trang sách phải đặt cách kính lúp xa nhất và ít nhất là bao nhiêu? Và độ phóng đại góc (số bội giác) của ảnh các dòng chữ là bao nhiêu? Biết mắt đặt sát kính.

ĐS: 1. a. $f = -50cm$; $D = -2dp$

b. $f = \frac{100}{8}cm$; $D' = 8$ *điốp*

2. $Đ = 25cm$; *khi đeo cả hai kính thì sách đặt xa nhất cách mắt 12,5cm*

3. Gần nhất: 4,17cm, $G = 6$; *Xa nhất: 4,55cm,* $G = 5,5$

Bài 45: Một người mắt có tật phải đeo kính có độ tụ +2 điốp. Khi đeo kính, người này nhìn rõ các vật ở xa vô cùng, không cần điều tiết và đọc được sách đặt gần nhất cách mắt 25cm.

1. Người này mắt có tật gì? Nếu không đeo kính thì lúc đọc sách phải để sách cách mắt bao nhiêu?

2. Người này không đeo kính và quan sát một vật nhỏ qua một kính lúp có tiêu cự f = 4cm và điều chỉnh kính cho ảnh ở xa vô cùng. Tính số bội giác.

Hãy giải thích tại sao so với một người có mắt bình thường (có khoảng nhìn rõ ngắn nhất là 25cm) người này lại được lợi hơn nhiều?

ĐS: 1. Viễn thị, 50cm

2. G = 12,5; đối với người bình thường có khoảng thấy rõ ngắn nhất nhỏ hơn (G = 6,25).

Bài 46: Một vật phẳng AB cao 4cm đặt vuông góc với trục chính của một thấu kính phân kì, ảnh của vật qua thấu kính đó cao 2cm và cách vật 40cm.

1. Hãy dùng cách vẽ để xác định vị trí và tiêu cự của thấu kính phân kì.

2. Tìm lại kết quả đó bằng tính toán.

3. Một người cận thị đeo thấu kính nói trên sát mắt thì nhìn được đến vô cực mà không cần điều tiết mắt và nhìn rõ được vật gần nhất cách mắt 20cm. Hỏi khoảng cách nhìn rõ của người ấy khi không đeo kính.

ĐS: 2. d = 80cm; d' = -40cm; = -80cm

3. 16cm ≤ d ≤ 80cm

Bài 47: Vật kính của một kính hiển vi có độ tụ 200dp, thị kính có độ tụ 50dp. Một người mắt bình thường điều chỉnh kính để nhìn ảnh của một vật nhỏ AB mà không cần điều tiết. Khi đó khoảng cách từ vật đến vật kính là 5,1mm.

1. Tính khoảng cách giữa vật kính và thị kính, số bội giác mà người này thu được. Biết khoảng thấy rõ ngắn nhất của mắt người này là Đ = 25cm.

2. Một người cận thị, có điểm cực viễn ở cách mắt 50cm, muốn quan sát ảnh của vật trên mà không đeo kính và không điều tiết thì phải dịch chuyển vật bao nhiêu, theo chiều nào kể từ vị trí trên? Biết mắt đặt sát thị kính.

ĐS: 1. a = 27,5cm; G = 625

2. 4.10^{-4}*m lại gần thấu kính*

Bài 48: Một người cận thị chỉ nhìn rõ các vật cách mắt từ 15cm đến 45cm.

1. Người này dùng kính lúp có độ tụ D = 25 điốp để quan sát một vật nhỏ. Mắt cách kính 10cm. Số bội giác của kính bằng 3. Xác định khoảng cách từ vật đến kính.

2. Người này đặt mắt sát vào thị kính của một kính hiển vi và quan sát được ảnh của một vật nhỏ trong trạng thái không điều tiết. Cho biết tiêu cự của vật kính bằng 1cm, tiêu cự thị kính bằng 5cm, độ dài quang học của kính hiển vi bằng 10cm. Tính khoảng cách từ vật đến vật kính và số bội giác của kính hiển vi khi đó.

ĐS: 1. $d = 10/3cm$ *2.* $d_1 = 1{,}095cm$; $G = 35$

Bài 49: Một kính hiển vi gồm hai thấu kính có tiêu cự lần lượt bằng 5cm và 0,5cm, đặt cùng trục chính và cách nhau 21cm. Người quan sát có điểm cực cận cách mắt 20cm, điểm cực viễn ở vô cực. Mắt đặt sát thị kính.

1. Hỏi kính nào là vật kính, kính nào thị kính? Tại sao?

2. Hỏi vật cần quan sát phải đặt trong khoảng nào trước vật kính?

3. Số bội giác của kính hiển vi nói trên biến thiên trong khoảng nào?

ĐS: 1. $f_1 = 0{,}5cm$; $f_2 = 5cm$ *2.* $0{,}515cm \leqslant d_1 \leqslant 0{,}516cm$.

3. $124 \leqslant G \leqslant 165$

Bài 50: Tiêu cự của vật kính và thị kính của một ống nhòm quân sự lần lượt là $f_1 = 30cm$, $f_2 = 5cm$. Một người đặt mắt sát thị kính chỉ thấy được ảnh rõ nét của vật ở rất xa khi điều chỉnh khoảng cách giữa vật kính và thị kính trong khoảng từ $L_1 = 33cm$ đến $L_2 = 34{,}5cm$. Tìm giới hạn nhìn rõ của mắt người này.

ĐS: từ 7,5cm - 45cm

Bài 51: Một người mắt không có tật đặt mắt sát thị kính của một kính thiên văn để quan sát Mặt Trăng. Người đó thấy rằng, để không phải điều tiết mắt thì phải điều chỉnh cho vật kính và thị kính cách nhau một đoạn d = 85cm. Khi đó số bội giác của kính là 16.

a. Tính tiêu cự của vật kính và thị kính.

b. Tính góc trông ảnh Mặt Trăng qua kính thiên văn trên biết rằng đĩa Mặt Trăng được nhìn từ Trái Đất dưới góc trông $\alpha_o = 3'$. Đường kính của ảnh Mặt Trăng qua vật kính là bao nhiêu?

c. Nếu thay quan sát viên trên bằng quan sát viên cận thị có điểm cực viễn cách mắt 50cm, thì phải dịch chuyển thị kính thế nào để người đó quan sát được ảnh mà không cần điều tiết mắt. Tính số bội giác trong trường hợp này?

ĐS: a. 80cm và 5cm *b. 0,014rad; 0,67mm*

c. Lại gần vật kính 0,46cm; 17,6

MỤC LỤC

PHẦN I: ĐIỆN HỌC - ĐIỆN TỪ HỌC

Chương I: **Điện tích - Điện trường** 5

A. Tóm tắt lý thuyết 5

B. Bài tập có lời giải 10

C. Bài tập tự giải 35

Chương II: **Dòng điện không đổi** 49

A. Tóm tắt lý thuyết 49

B. Bài tập có lời giải 54

C. Bài tập tự giải 129

Chương III: **Dòng điện trong các môi trường** 164

A. Tóm tắt lý thuyết 164

B. Bài tập có lời giải 167

C. Bài tập tự giải 173

Chương IV: **Từ trường** 176

A. Tóm tắt lý thuyết 176

B. Bài tập có lời giải 181

C. Bài tập tự giải 194

Chương V: **Cảm ứng điện từ** 199

A. Tóm tắt lý thuyết 199

B. Bài tập có lời giải 201

C. Bài tập tự giải 212

PHẦN II: QUANG HÌNH HỌC

Chương VI: **Khúc xạ ánh sáng** 216

A. Tóm tắt lý thuyết 216

B. Bài tập có lời giải 219

C. Bài tập tự giải 229

Chương VII: **Mắt - Các dụng cụ quang học** 233

A. Tóm tắt lý thuyết 233

B. Bài tập có lời giải 241

C. Bài tập tự giải 269